

О.Г. НЕСТЕРЕНКО, студентка гр. ЭЭб-153 (КузГТУ)
г. Кемерово

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ И ИХ КЛАССИФИКАЦИЯ

С ростом объемов электропотребления и постоянного повышения цен на энергоресурсы, все более актуальными становятся вопросы энергосбережения. Согласно Федерального закона от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» одной из главных задач в области энергетики является разработка энергоэффективного оборудования. Успешное решение этой задачи будет оказывать значительное влияние на процесс оздоровления и подъема экономики нашей страны. Количество средств, потраченных Россией на эксплуатацию устаревшего электрооборудования, с каждым годом увеличивается. Это относится и к силовым трансформаторам. К тому же, как показывает практика эксплуатации трансформаторов, как правило после капитальных ремонтов, потери в них существенно возрастают.

Энергетическая эффективность определяется отношением полезного эффекта от использования энергетических ресурсов к затратам энергетических ресурсов, произведенных для получения такого эффекта.

Любому устройству для работы требуется энергия, трансформаторы – не исключение. Доля энергии, расходуемой на нагрев проводов обмоток трансформатора – это потери короткого замыкания (P_k), другая часть тратится на процессы перемагничивания в сердечнике – это потери холостого хода (P_x).

Нагрузка постоянно изменяется в зависимости от времени года и времени суток, вследствие чего потери холостого хода в два, а то и четыре раза превышают потери короткого замыкания. Именно поэтому энергосберегающие трансформаторы определяются в первую очередь низкими потерями холостого хода.

Опираясь на отчеты одной сибирской энергетической компании, в силовых распределительных трансформаторах потери холостого хода составляют приблизительно 20% от общих потерь в электрических сетях.

Класс энергетической эффективности – это классификации энергетического оборудования первостепенной важности. Несмотря на это в России, в основном, энергетической эффективности классифицируется только бытовая техника.

К современным трансформаторам, закупаемым в Европейском Союзе, применяется три уровня стандартов:

- международные стандарты;
- европейские стандарты и нормы;
- национальные стандарты.

За рубежом не только бытовая техника, но и силовое электрооборудование классифицируется по энергоэффективности. По европейскому стандарту EN 50464-1 выделяют классы энергопотребления трансформаторов, обозначаемые буквами А, В, С, D, Е.

Разница потерь в трансформаторе в зависимости от его класса энергоэффективности представлена на рис. 1 и 2.

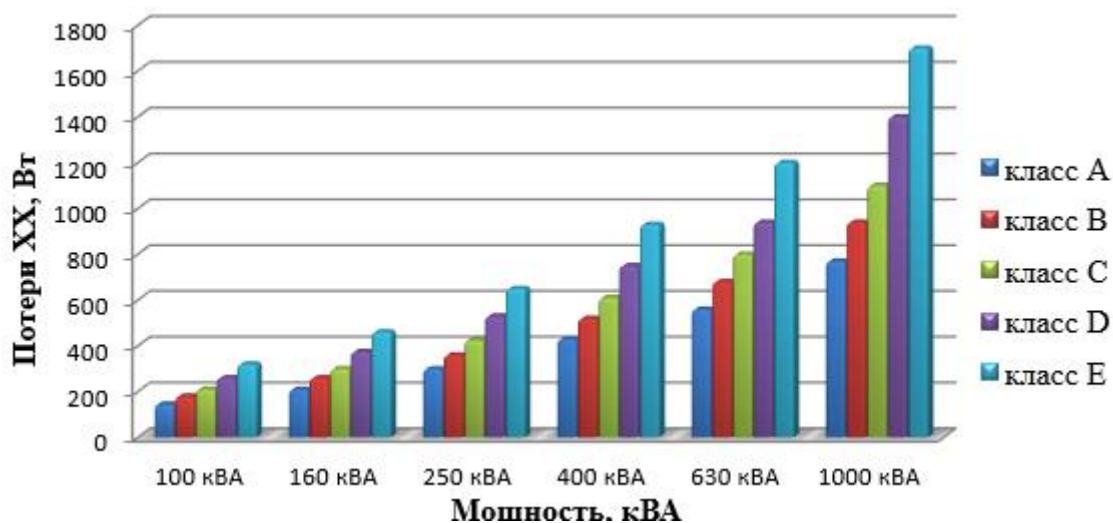


Рис. 1. Потери холостого хода в трансформаторах разных классов энергоэффективности

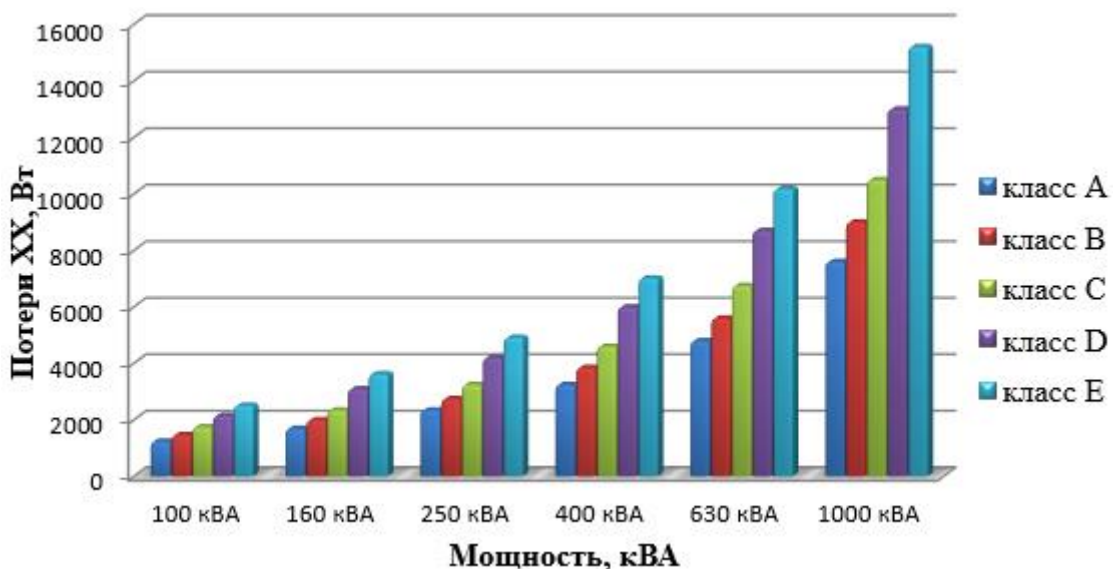


Рис. 2. Потери короткого замыкания в трансформаторах разных классов энергоэффективности

Таким образом, наилучшие показатели по энергоэффективности имеют трансформаторы класса А, самые неэффективные – класс Е.

Рассмотрим соотношение потерь в трансформаторе мощностью 100 кВА для разных классов энергоэффективности (рис.3).

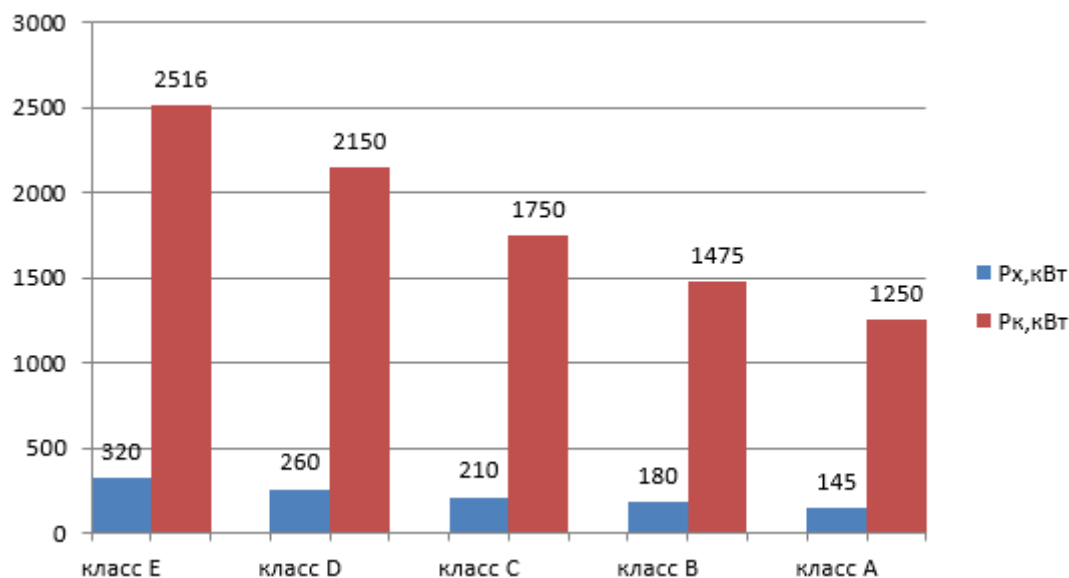


Рис. 3. Гистограмма потерь в трансформаторе мощностью 100 кВА

Согласно данным рис.3 потери короткого замыкания в трансформаторе с классом энергоэффективности «А» более чем в 2 раза меньше аналогичных потерь для класса энергоэффективности «Е». Потери холостого хода разнятся еще в большей степени.

Также произведена оценка влияния мощности трансформатора на потери в нем для разных классов энергоэффективности (табл.1).

Таблица 1

Влияние мощности трансформатора на потери в нем для разных классов

$S_{шт}, \text{кВА}$	Класс E		Класс A	
	$\frac{P_x 1000}{P_x 100}$	$\frac{P_k 1000}{P_k 100}$	$\frac{P_k 1000}{P_k 100}$	$\frac{P_k 1000}{P_k 100}$
100	5,31	6,04	5,31	6,08
1000				

Анализ показал, что на соотношение потерь как холостого хода, так и короткого замыкания, класс энергоэффективности практически не влияет.

Если применить эту классификацию к отечественным трансформаторам, то результаты будут таковы: основное их количество, а это около 3 млн. шт., будут относиться к классу D.

Способов для уменьшения потерь в трансформаторах достаточно много: использование магнитных и изоляционных материалов с улучшенными характеристиками, изменение технологии изготовления магнитопроводов.

На данный момент большого внимания заслуживает применение сердечников из аморфных (нанокристаллических) сплавов. Из-за особенностей своего строения аморфные металлы обладают очень прочной структурой, улучшенными электромагнитными свойствами и высокой устойчивостью к коррозии. Введение этой технологии в активное пользование приведет к резкому снижению холостого хода в пятикратном размере. Однако из-за высокой стоимости применение аморфных трансформаторов на сегодняшний день можно считать экономически нецелесообразным.

В июле 2016 в Алтайском крае была завершена разработка технической документации на энергоэффективные трансформаторы. Данное оборудование уже сертифицировано и поставлено на серийное производство специалистами компании «Алттранс». Эти трансформаторы отличаются тем, что в среднем, потери холостого хода снижены на 35%, что вполне соответствует утвержденным федеральным показателям.

Стоимость модернизированного трансформатора на порядок выше цены стандартного отечественного трансформатора, но их использование позволит значительно снизить потери электроэнергии и уменьшить затраты на эксплуатацию. Таким образом, уже через три-пять лет использования трансформаторов в разных регионах России, разница в цене окупится, а в дальнейшей перспективе использование энергосберегающих трансформаторов позволит ежегодно экономить бюджет на десятки миллиардов рублей.

Список литературы:

1. Федеральный закон от 23 ноября 2009 г. N 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».
2. ГОСТ Р 52719–2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия.
3. Энергосбережение в Европе: применение энергоэффективных распределительных трансформаторов // Энергосбережение. – № 4. – 2003.