

Из таблицы следует, что при среднестатистическом токе в нулевом проводе 0,25 от номинального фазного симметрирующая обмотка только у трансформаторов $S_H=25$ кВА окупается в срок 2 года и у $S_H=40$ кВА в срок 1 год, для всех остальных мощностей окупаемость менее года.

Трансформаторы в среднем работают около 40 лет, поэтому несложно определить итоговую прибыль предприятия, установившего в сетях 0,4 кВ с несимметричной нагрузкой фаз трансформаторы со схемой соединения обмоток У/УнСУ. Причем значительный экономический эффект получается только за счет сокращения ничем не оправданных потерь электроэнергии в линиях и трансформаторах.

УДК 631.371: 621.31

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ СО СХемой СОЕДИНЕНИЯ ОБМОТОК «ЗВЕЗДА-ТРЕУГОЛЬНИК С ЗИГЗАГОМ»

Збродыга В.М., канд. техн. наук, Янукович Г.И., канд. техн. наук, проф.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

На кафедре «Электроснабжение» УО БГАТУ разработана схема соединения обмоток трансформатора «звезда-треугольник с зигзагом» (Y/Δ с зигзагом) [1], которая способна снижать несинусоидальность напряжений при нелинейном характере нагрузки трансформатора [2,3]. Предлагаемая схема относится к нечетной одиннадцатой группе соединения обмоток. Вторичная обмотка трансформатора не имеет нейтральной точки. Его распределительные сети могут работать только в режиме с изолированной нейтралью (система электрической сети IT [4]). Поэтому он не может быть использован в существующих распределительных общего назначения сетях в качестве силового трансформатора для электроснабжения потребителей, где низковольтные сети напряжением 0,38 кВ работают в режиме глухозаземленной нейтрали.

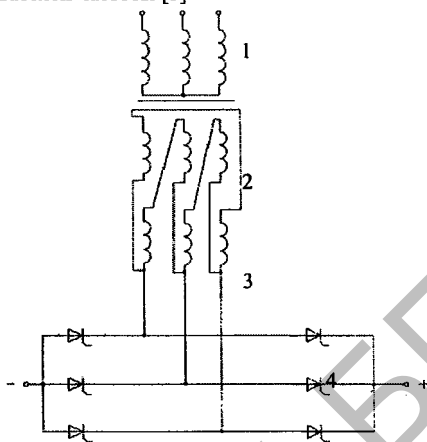
Однако трансформаторы со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом могут применяться в существующих электроустановках для питания различных нелинейных электроприемников пониженным трехфазным напряжением: выпрямительных схем, полупроводниковых преобразователей, электрического инструмента и приборов, ламп местного освещения. Для обеспечения пожарной безопасности эти трансформаторы должны выполняться с естественным воздушным охлаждением, так как трансформаторное масло является горючим материалом.

Электротехническая промышленность выпускает следующие серии сухих трансформаторов [5, 7], в которых возможно применение схемы соединения обмоток Y/Δ с зигзагом: ТС (трехфазные, сухие), ТСЗ (трехфазные, сухие, защищенные), ТСМ (трехфазные, сухие, многоцелевые), ТСЗМ1 (трехфазные, сухие, защищенные, многоцелевые), ТСР (трехфазные, сухие, разделительные), ТСЗР (трехфазные, сухие, защищенные, разделительные), ТСП (трехфазные, сухие, преобразовательные), ТСЗП (трехфазные, сухие, защищенные, преобразовательные) и другие.

Вышеперечисленные серии трансформаторов применяются в выпускаемых промышленностью полупроводниковых преобразователях. Следовательно, для повышения качества электроэнергии возможно применение трансформаторов со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом в серийно выпускаемых выпрямителях различного назначения [5-7]: ВАЗП, УЗА, В-ТПЕД, М-Т4ПЕ, В-ТПЕ, ВГ-ТПЕ, В-ТПП, КВПП, ВАК, УП, УПМ, ТЕ, ТЕР, ТВ, ТВР, В-ТППД, ВАСТ и других.

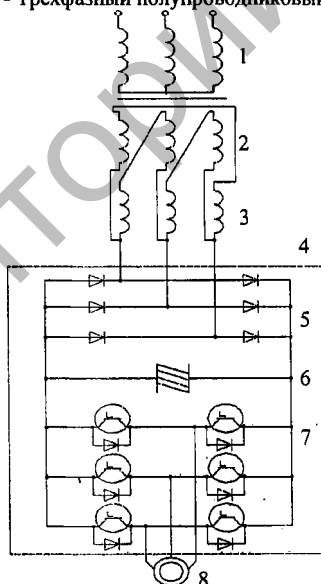
В качестве примера на рисунке 1 представлена схема трехфазного выпрямителя [8], который содержит вентили, соединенные в трехфазную мостовую схему и подключенные к вторичной обмотке трансформатора со схемой соединения Y/Δ с зигзагом.

В современных электроустановках находит все более широкое применение частотное регулирование электроприводов переменного тока. Промышленно выпускается множество серий преобразователей частоты [5].



1 - обмотки первичного напряжения трансформатора;
2-3 - обмотки вторичного напряжения; 4 - вентили

Рисунок 1 - Трехфазный полупроводниковый выпрямитель



1 - обмотки первичного напряжения; 2-3 - обмотки вторичного напряжения;
4 - преобразовательная часть; 5 - выпрямитель; 6 - фильтр; 7 - инвертор;
8 - нагрузка (электродвигатель переменного тока)

Рисунок 2 - Трехфазный преобразователь частоты

При работе преобразователя частоты генерируется ряд гармоник напряжений и токов. Для их подавления преобразователи частоты подключаются к питающей сети через сетевые дроссели. Но полной отфильтровки в большинстве случаев достигнуть не удается – высшие гармоники проникают в сеть [9]. Для более эффективного подавления высших гармоник целесообразно сетевые дроссели заменить трансформатором со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом с коэффициентом трансформации равным единице. На рисунке 2 представлен пример такой схемы трехфазного преобразователя частоты. Устройство содержит трехфазный трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом и преобразовательную часть, включающую в себя выпрямитель, инвертор и фильтр высших гармоник.

Трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом также может применяться в электроустановках с глухозаземленной нейтралью в качестве разделительного трансформатора для обеспечения электробезопасности.

Трансформатор со схемой соединения обмоток Y/Δ с зигзагом может быть использован как силовой трансформатор для электроснабжения специальных потребителей, насыщенных нелинейными и несимметричными электроприемниками, электроустановки которых работают в режиме изолированной нейтрали исходя из требований электробезопасности. К ним относятся мобильные электроустановки, электроустановки предприятий торфоразработки и аналогичные им.

ЛИТЕРАТУРА

1. Трёхфазный трансформатор: патент 2244 Респ. Беларусь, МКП7 Н 01F 30/12 / А.П. Сердешнов, Г.И. Янукович, Е.А. Сердешнов, Д.Г. Янукович; заявитель УО «БГАТУ». - № 950299; заявл. 09. 06. 95; опубл. 30. 09. 98 // Афишны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 1998. - №3(18). - С. 216-217.
2. Збродзьго, В.М. Анализ работы трансформатора Y/Δ с зигзагом при нелинейном характере нагрузки / В.М. Збродзьго // Агрэпанорама. – 2005. – № 6. - С. 10-14.
3. Янукович, Г.И. Трансформатор Y/Δ с зигзагом как источник питания нелинейных электроприемников / Г.И. Янукович, В.М. Збродзьго, А.П. Сердешнов // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: материалы 5-ой международной научно-технической конференции, Москва, 16-17 мая 2006 г.: в 5 ч. / ГНУ ВИЭСХ; редкол.: А.А. Артошин [и др.]. – Москва, 2006. – Ч. 1. – С. 274-277.
4. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд. перераб. и доп. – Вильнюс: ЗАО «Ксения», 2009. – 640 с.
5. Каталог выпускаемой продукции// ООО «Завод низковольтной аппаратуры» [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: http://zavod-nva.com/index.php?id=pr_1_59. - Дата доступа: 01.05.2010.
6. Каталог выпускаемой продукции// ООО «Россетъ» [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: <http://www.rosseti.ru/pr-8503-8703>. - Дата доступа: 30.04.2010.
7. Каталог выпускаемой продукции// ПРУП «МЭТЗ им. В.И. Козлова» [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: www.metz.by. - Дата доступа: 01.05.2010.
8. Трёхфазный преобразователь переменного напряжения в постоянное: патент 4506 Респ. Беларусь, МКП7 Н 02M 7/12/ А.П. Сердешнов, Г.И. Янукович, Е.А. Сердешнов, Д.Г. Янукович; заявитель УО «БГАТУ». - № а 19980573; заявл. 16.06.98; опубл. 30.06.02// Афишны бюл. / Нац. центр інтэлектуал. уласнасці. – 2002. - №2(33). - С. 169.
9. Медведев, К.М. Электромагнитная совместимость преобразователей регулируемого электропривода промышленных предприятий с системой электроснабжения: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.09.03/ К.М. Медведев; БНТУ. - Минск, 2007. - 21 с.