

(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 [2-4]: 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.

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 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. - 1998. - №3(18). - С. 216-217.
2. 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.
3. Каталог выпускаемой продукции// ООО «Россеть» [Электронный ресурс]. - 2010. - Режим доступа: <http://www.rosseti.ru/pr-8503-8703>. - Дата доступа: 30.04.2010.
4. Каталог выпускаемой продукции// ПРУП «МЭТЗ им. В.И. Козлова» [Электронный ресурс]. - 2010. - Режим доступа: www.metz.by. - Дата доступа: 01.05.2010.

УДК 631.371: 621.31

СИММЕТРИРОВАНИЕ НАГРУЗКИ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОЙ НАГРУЗКЕ ФАЗ

Янукович Г.И., к.т.н., профессор; **Збродыга В.М.**, к.т.н., доцент;

Королевич Н. Г., к.э.н, доцент, **Туник А. Ю.**, ассистент

Белорусский государственный аграрный технический университет

В связи с развитием электрификации сельскохозяйственного производства, повышается интенсивность использования электротехнического оборудования, применяются новые электротехнологические процессы, в сельскохозяйственное производство и быт населения внедряются новые однофазные потребители электроэнергии. Все это часто вызывает несимметрию нагрузки по фазам, что, в свою очередь, приводит к несимметрии напряжений. Поэтому проблема качества электроэнергии в электроустановках сельскохозяйственного назначения не утратила свою актуальность и становится всё более острой.

Несимметрия напряжений отрицательно влияет на работу всех элементов электрической системы, вызывая дополнительные потери активной мощности, снижая срок службы электрооборудования и экономические показатели его работы.

Одним из способов снижения несимметрии напряжений является симметрирование нагрузки по фазам.

Авторами предложено новое симметрирующее устройство (СУ), автоматически перераспределяющее нагрузки по фазам [1]. На рисунке 1 представлена схема такого симметрирующего устройства.

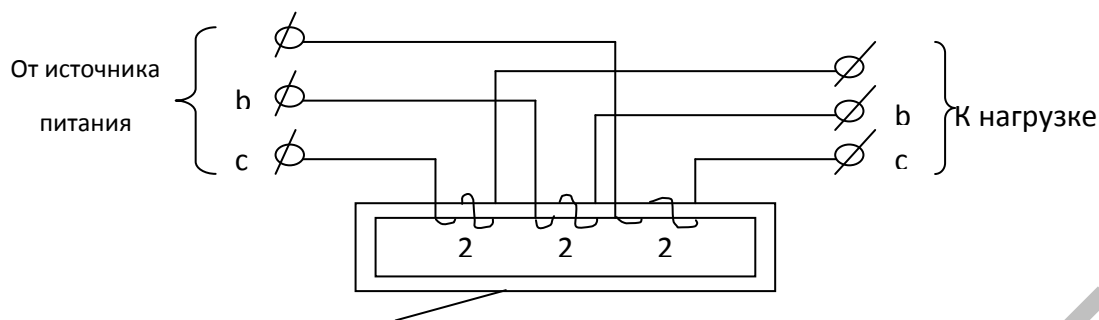


Рисунок 1 - Схема симметрирующего устройства

Устройство содержит магнитопровод 1 и три обмотки 2, содержащие одинаковое число витков. Начала обмоток подключены к источнику питания, концы – к линиям электропередачи с несимметричной нагрузкой.

При работе симметрирующего устройства большие значения токов в некоторых фазах будут трансформироваться в другие фазы, где ток меньше. Это приводит к перераспределению токов по фазам при несимметричной нагрузке, что существенно повышает качество напряжения

Нами было изготовлено такое симметрирующее устройство. Питающий трансформатор был взят мощностью 2,5 кВ·А. Несимметричные режимы создавались при помощи реостатов, которые были использованы в качестве нагрузки. Устанавливался несимметричный режим работы трансформатора без симметричного устройства. Измерялись линейные и фазные напряжения и токи в фазах и нулевом проводе. Затем включали симметричное устройство. При включенном симметричном устройстве измерялись линейные и фазные напряжения и токи до симметричного устройства и после него, а также ток в нулевом проводе. Измерения выполнялись анализатором качества электроэнергии типа *FLUKE - 435*. Опыты проводились при числе витков 60 и 90.

Результаты эксперимента приведены в таблице 1. Значения токов и напряжений в таблице приведены после симметрирующего устройства. До симметрирующего устройства их значения отличаются незначительно. В таблице приведен наиболее тяжелый случай несимметрии нагрузки, когда ток в фазе *a* составлял 13,8 А, в фазе *b* – 2,3 А, в фазе *c* - 1,5 А .

По результатам измерений были рассчитаны коэффициенты несимметрии напряжений по обратной и нулевой последовательности. Значения их определялись по формулам, приведенным в ГОСТ 13109-97 [2]. В таблице 2 приведены значения коэффициентов несимметрии по обратной нулевой последовательности в зависимости от числа витков в СУ и тока в нулевом проводе в режиме глубокой несимметрии.

Анализ результатов эксперимента показал, что с ростом несимметрии нагрузки по фазам растет ток в нулевом проводе. Это видно на диаграмме (рисунок 2), приведенной для числа витков равным 60. При включенном симметрирующем устройстве ток в нулевом проводе снижается. Так для случая несимметрии № 1 без СУ ток в нулевом проводе был 11,5 А. При включенном СУ он составил 3,2 А. Для случая несимметрии № 4 без СУ ток в нулевом проводе был 3,9 А, при включенном СУ он стал 1,3 А.

Таблица 1 - Результаты исследований симметрирующего устройства

Режим	w ,шт	I_a ,А	I_b ,А	I_c ,А	I_0 ,А	U_{ab} ,В	U_{bc} ,В	U_{ca} ,В	U_a ,В	U_b ,В	U_c ,В
без СУ	-	13,8	2,3	1,5	11,5	227,4	238,2	228,2	129,4	135,3	135,8
с СУ	60	5,9	2,9	2,3	3,2	230,6	236,8	229,4	131,4	135,7	135,1
с СУ	90	4,5	2,9	2,5	1,3	230,0	236,5	231,0	131,9	135,1	135,7

Таблица 2 - Зависимость коэффициентов несимметрии от числа витков в СУ и тока в нулевом проводе

Режим	$w, \text{шт}$	$I_0, \text{А}$	$K_{2U}, \%$	$K_{0U}, \%$
без СУ	-	11,5	3,04	3,12
с СУ	60	3,2	1,47	1,51
с СУ	90	1,3	1,18	1,17

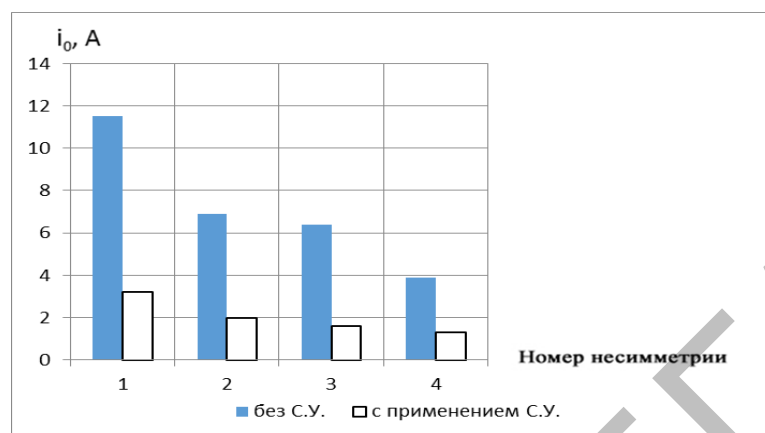


Рисунок 2 - Диаграмма зависимости силы тока в нулевом проводе от режима нагрузки без СУ и с ним

Таблица 3 - Зависимость коэффициентов несимметрии напряжений от режима нагрузки без СУ и с ним от числа витков.

Режим	$w, \text{шт}$	$I_a, \text{А}$	$I_b, \text{А}$	$I_c, \text{А}$	$K_{2U}, \%$	$K_{0U}, \%$
без СУ	-	13,8	2,3	1,5	3,04	3,12
с СУ	60	5,9	2,9	2,3	1,47	1,51
с СУ	90	4,5	2,9	2,5	1,18	1,17

Новое симметрирующее устройство автоматически перераспределяет нагрузки по фазам. Это приводит к улучшению не только коэффициента несимметрии по нулевой последовательности, но и коэффициента несимметрии напряжений по обратной последовательности.

Литература

1. Янукович Г. И. и др. Устройство для симметрирования напряжения при несимметричной нагрузке фаз. Патент на изобретение № 16121, РБ, 27.09.2010.
2. ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – Введ. 08.01.1999. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 31 с.

УДК 621.316.9

О РАСЧЕТЕ ЗОН ЗАЩИТЫ АКТИВНЫХ МОЛНИЕПРИЕМНИКОВ

Счастный В.П.¹, к.т.н., доцент, Зеленькевич А.И.², ст. преподаватель

¹ЧТПУП «СВП-энерго»

²Белорусский государственный аграрный технический университет

В связи с бурным применением электроники и микропроцессорной техники во всех областях народного хозяйства остро стоит вопрос о защите данного оборудования от перенапряжений различной природы. В 2011 году вступил в действие ТКП 366-2011 «Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций». Хотя данный документ и вызывает много нареканий [1,2], но он является обязательным для исполнения на территории Республики Беларусь и предъявляет единые требования к объектам молниезащиты.