

4. Передня, В.И. Технологии и оборудование для доения коров и первичной обработки молока / В.И. Передня, В.А. Шаршунов, А.В. Китун – пособие – Минск, Минсанта, 2016. – 975 с.

77. В.М. Збродыга, к.т.н., доцент, А.И. Зеленькевич, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАГНИТНЫХ ПОТОКОВ И МДС В ТРАНСФОРМАТОРЕ «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

При выборе способов и средств повышения качества электроэнергии в электроустановках сельскохозяйственного назначения авторы считают наиболее целесообразным применение относительно не дорогостоящих, простых и надежных по конструктивному исполнению устройств, которые не требуют особых условий эксплуатации и не предъявляют высоких требований к квалификации обслуживающего персонала.

В частности, для снижения несимметрии и несинусоидальности напряжений на подстанциях 10/0,4 кВ применяют силовые трансформаторов со схемой «звезда-зигзаг с нулевым проводом». Но они имеют одиннадцатую группу соединения обмоток и не могут работать параллельно с трансформаторами «звезда-звезда с нулевым проводом» и «звезда-звезда с нулевым проводом с симметрирующим устройством» имеющим нулевую группу соединений.

Для решения этой проблемы авторами предлагается использовать трансформатор со специальной схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» с четной группой соединения обмоток [1, 2].

Особенность схемы состоит в том, что вторичные фазные обмотки состоят из трех частей с соотношением количества витков $1/2W_2:1/4W_2:1/4W_2$, размещенных на разных стержнях магнитопровода и соединенных последовательно.

Предлагаемый трансформатор устойчив к искажающим воздействиям со стороны нагрузки и имеет нулевую группу соединения обмоток, что дает возможность включать его на параллельную работу с наиболее часто применяемыми трансформаторами «звезда-звезда с нулевым проводом» с нулевой группой соединения.

В нагрузочном режиме результирующее магнитное поле трансформатора создается совместно первичной и вторичной обмотками. А МДС в стержнях магнитопровода фаз «А», «В» «С», с учетом направления намотки и маркировки выводов частей вторичных фазных обмоток будут равны соответственно:

$$\begin{aligned} f_A &= i_{A\mu} W_1 = i_A W_1 + i_a \frac{W_2}{2} - i_b \frac{W_2}{4} - i_c \frac{W_2}{4}, \\ f_B &= i_{B\mu} W_1 = i_B W_1 + i_b \frac{W_2}{2} - i_a \frac{W_2}{4} - i_c \frac{W_2}{4}, \\ f_C &= i_{C\mu} W_1 = i_C W_1 + i_c \frac{W_2}{2} - i_a \frac{W_2}{4} - i_b \frac{W_2}{4}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $-i_A, i_B, i_C$ – мгновенные значения фазных токов первичной обмотки, А; i_a, i_b, i_c – мгновенные значения фазных токов вторичной обмотки, А; $i_{A\mu}, i_{B\mu}, i_{C\mu}$ – мгновенные значения намагничивающих токов трех фаз, А; W_1, W_2 – количество витков в одной фазе первичной и вторичной обмоток, шт.

Первичные фазные обмотки оказывают намагничивающее действие на стержни магнитопровода, половины обмоток этих же фаз – размагничивающее, а четверти

обмоток двух других фаз часть периода изменения тока подмагничивают стержни, а часть периода - размагничивают.

Если рассматривать трехстержневой магнитопровод в целом, то результирующая МДС первичной обмотки оказывают намагничивающее действие на трансформатор, а МДС вторичной обмотки - размагничивающее. При этом результирующее магнитное поле не зависит от величины нагрузки, потому что пропорционально изменению вторичных токов изменяются токи первичной обмотки, а изменение размагничивающего действия вторичной обмотки компенсируется пропорциональным изменением намагничивающего действия первичной обмотки.

МДС вызывают магнитные потоки. На рисунке 1 представлена схема распределения МДС и магнитных потоков трансформатора в момент времени, соответствующий заданному направлению токов в обмотках.

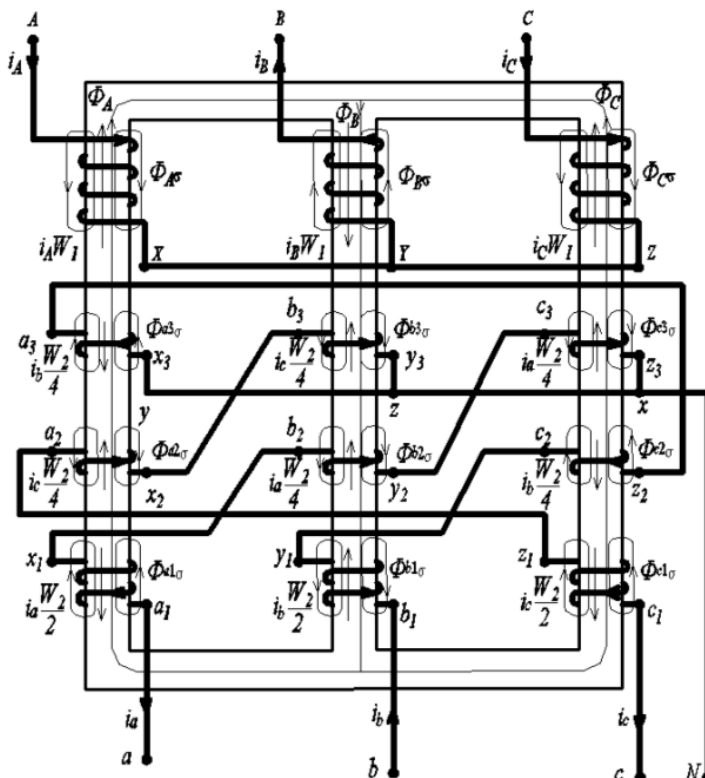


Рис. 1. Схема распределения МДС и магнитных потоков трансформатора

Основные магнитные потоки замыкаются по магнитопроводу по пути наименьшего магнитного сопротивления и равны:

$$\Phi_A = \frac{f_A}{R_{A\mu}}; \Phi_B = \frac{f_B}{R_{B\mu}}; \Phi_C = \frac{f_C}{R_{C\mu}}, \quad (2)$$

где $R_{A\mu}, R_{B\mu}, R_{C\mu}$ – сопротивления магнитных цепей соответствующих фаз, Гн^{-1} .

Так как МДС трансформатора не зависит от величины нагрузки, то основной магнитный поток и индуцируемые им ЭДС в обмотках также не зависят от нее.

Магнитное поле трансформатора имеет пространственное распределение. Поэтому часть его силовых линий замыкается, минуя магнитопровод и создавая потоки рассеяния первичной обмотки $\Phi_{A\sigma}, \Phi_{B\sigma}, \Phi_{C\sigma}$, а также частей вторичной обмотки $\Phi_{a1\sigma}, \Phi_{a2\sigma}, \Phi_{a3\sigma}, \Phi_{b1\sigma}, \Phi_{b2\sigma}, \Phi_{b3\sigma}, \Phi_{c1\sigma}, \Phi_{c2\sigma}, \Phi_{c3\sigma}$. Магнитные потоки рассеяния в основном сцеплены с создающими их обмотками и индуцируют в них ЭДС рассеяния.

Заключение.

Магнитное поле вторичной обмотки трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» создается тремя частями каждой

из ее фаз, размещенных на разных стержнях магнитопровода. Половины вторичных фазных обмоток размагничивают стержни, на которых они расположены, а четверти - за период изменения тока попеременно оказывают и намагничивающее и размагничивающее действие.

Результирующее магнитное поле трансформатора не зависит от нагрузки, так как изменение размагничивающего действия вторичной обмотки компенсируется пропорциональным изменением намагничивающего действия первичной обмотки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Патент №16008 Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток: / А.И. Зеленкевич, В.М. Збродыга; заявитель Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» - № а 20100121; заявл. 2010.02.01; опубл. 30.06.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – № 3. – С. 180-181.

2. Збродыга В.М., Зеленкевич А.И., Трехфазный симметрирующий трансформатор с четной группой соединения обмоток // Наука – образованию, производству, экономике: материалы 11-ой международной научно-технической конференции, Минск, 2013 г. т.1 / БНТУ; редкол. Б.М. Хрусталева [и др.]. – Минск, 2013. С. 62.

78. В.М. Збродыга, к.т.н., доцент, А.И. Зеленкевич, Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ГАРМОНИК КРАТНЫХ ТРЕМ В ТРАНСФОРМАТОРЕ «ЗВЕЗДА-ДВОЙНОЙ ЗИГЗАГ С НУЛЕВЫМ ПРОВОДОМ»

Высшие гармоники токов и напряжений снижают эффективность процессов генерации, передачи и использования электроэнергии. Уменьшение уровней высших гармоник можно обеспечить рациональным построением схемы электрической сети и применением специальных корректирующих устройств: линейных дросселей, пассивных и активных фильтров высших гармоник, питающих трансформаторов со специальными схемами соединения обмоток. В частности, в сельских электрических сетях для этой цели авторы рассматривают возможность использования трансформаторов со схемой соединения обмоток «звезда-двойной зигзаг с нулевым проводом» [1].

При работе этого трансформатора на нелинейную нагрузку фазные токи кратных трем высших гармоник первичной обмотки и создаваемые ими МДС равны нулю:

$$i_{A(3n+3)} = 0, i_{B(3n+3)} = 0, i_{C(3n+3)} = 0, \quad (1)$$

$$i_{A(3n+3)} W_1 = 0; i_{B(3n+3)} W_1 = 0; i_{C(3n+3)} W_1 = 0, \quad (2)$$

где W_1 – количество витков в одной фазе первичной обмотки, шт.; $n=0, 1, 2, 3, \dots$

Токи кратных трем гармоник вторичной обмотки равны по величине и имеют одинаковое направление во всех трех фазах в любой момент времени:

$$i_{a(3n+3)} = i_{b(3n+3)} = i_{c(3n+3)}. \quad (3)$$

С учетом направления намотки и маркировки выводов создаваемые ими МДС половин фаз вторичных обмоток и четвертей, расположенных на каждом из стержней магнитопровода, имеют противоположное направление (рисунок 1).

Результирующие МДС кратных трем гармоник в стержнях фаз «А», «В», «С» с учетом выражения (3) равны: