

Способ трансформации электрической энергии и устройства для его реализации

Рыжкович Р.Л., Марченко А.А., Рыжкович Л.Р., Тиханович Д.В.,
Халевич Д.В., Холупов А.Г., Хохряков А.Г., Чекан С.А.

Республиканский центр технического творчества учащихся

Трансформатором, как известно, называется устройство, позволяющее посредством магнитного поля и явления электромагнитной индукции трансформировать, т.е. изменять, напряжение в цепи переменного тока. Важно подчеркнуть, что уже в этой формулировке совершенно чётко разделены два независимых понятия – трансформатор и трансформация – и, соответственно, выделено два независимых объекта изобретения – устройство и способ. Все известные ныне трансформаторы различаются между собой лишь конструктивно, а по принципу действия (способу трансформации) они абсолютно одинаковы. Суть этого способа в том (рис.1), что на замкнутом ферромагнитном сердечнике располагают как минимум две обмотки 1 и 2. Под действием переменного напряжения u_1 в обмотке 1 возникает ток i_x возбуждающий в сердечнике 3 переменный магнитный поток Φ . Его величину (о трансформации речи пока ещё нет), зависящую, прежде всего, от величины напряжения u_1 , определяют по известной формуле [1, с.245]: $\Phi_m = u_1 / 4,44 f w_1$, (1) где f - частота приложенного напряжения, w_1 - число витков первичной обмотки.

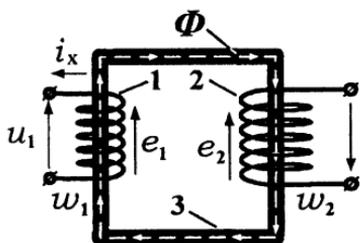


Рис.1.

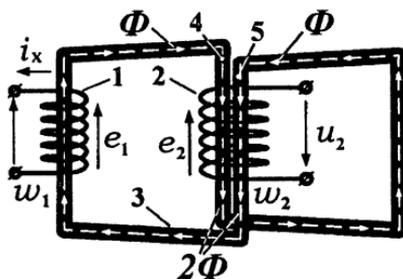


Рис.2.

Этот поток индуцирует в обмотках трансформатора соответствующие ЭДС - e_1 и e_2 . Для идеализированного бесшунтового трансформатора между их величинами существует однозначная зависимость [1, с.261], как раз и раскрывающая сущность известного способа трансформации:

$$e_1 / e_2 = u_1 / u_2 = w_1 / w_2 = k_{12}, \quad (2)$$

где u_1 – напряжение на зажимах первичной обмотки; u_2 – напряжение на нагрузке; w_1 – число витков первичной обмотки; w_2 – число витков вторичной обмотки; k_{12} – коэффициент трансформации. Таким образом, согласно известной уже 122 года теории трансформации величину напряжения u_2 изменяют (осуществляя трансформацию) лишь путём изменения (см. формулу 2) числа витков w_2 , а это неизбежно связано с расходом дорогостоящего материала обмоток трансформатора – медью.

Работа над новыми конструкциями трансформаторов привела нас, однако, к мысли, что может быть изменён сам принцип (и теория) трансформации электрической энергии и что вторичное напряжение u_2 можно изменять не только путём изменения числа витков w_2 во вторичной обмотке.

Суть изложенного нами в заявке на изобретение [2] нового способа трансформации электрической энергии посредством магнитного поля и явления электромагнитной индукции состоит в том, что теперь уже не витки вторичной обмотки w_2 закручивают вокруг замкнутого магнитопровода, а замкнутый ферромагнитный сердечник закручивают в спираль вокруг витков w_2 . Витки w_2 в этом случае охватывают магнитный поток равный уже не Φ , а 2Φ , если магнитопровод дважды проходит через обмотку (рис.2), равный 3Φ , если витки спирали трижды закрутили вокруг w_2 и т.д. Следовательно, в заявляемом способе сцепленный с витками w_2 рабочий магнитный поток сердечника многократно умножается и необходимое для получения u_2 количество витков вторичной обмотки w_2 следует определять теперь не по формуле 2, а из нового соотношения:

$$w_1 / w_2 = k_{12} \cdot m_{12}, \quad (3)$$

где $k_{12} = u_1 / u_2$ – диктуемый нагрузкой коэффициент трансформации; m_{12} – **фактор** (фактор магнитопровода) равный числу витков спирали ферромагнитного сердечника, охватывающих витки вторичной обмотки, если через первичную обмотку магнитопровод проходит всего лишь один раз.

Отсюда вывод - способ, изложенный в заявке на изобретение [2], расширяет наши знания в области трансформации электрической энергии таким образом, что выражение 2 приобретает теперь статус всего лишь частного случая общей теории трансформации. Без учёта m – фактора (фактора магнитопровода) теперь уж никак не обойтись (см. выражение 3).

При реализации нового способа трансформации электрической энергии [2] конструкция трансформатора претерпевает значительные изменения. Вариантов может быть множество. Общим, однако, является то, что замкнутый ферромагнитный сердечник 3 (см.рис.3) необходимо выполнять в виде многовитковой спирали. Каждый виток этой спирали должен содержать как минимум один участок (4, 5 или 6) с возможностью их объединения в компактную группу – групповой стержень – для размещения вторичных обмоток 2. Понятно, что, чем меньше

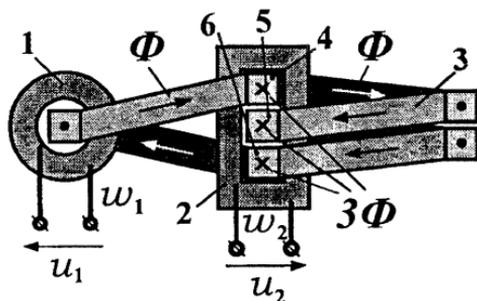


Рис.3.

периметр поперечного сечения группового стержня, тем меньше расходуется медного провода на изготовление w_2 .

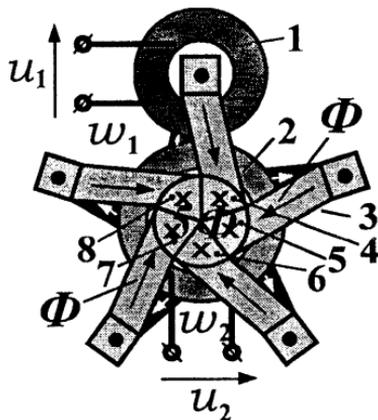


Рис.4

каждый виток этой спирали должен содержать как минимум один участок (4, 5 или 6) с возможностью их объединения в компактную группу – групповой стержень – для размещения вторичных обмоток 2. Понятно, что, чем меньше

По этим соображениям вполне допустимым может оказаться, например, линейный вариант группирования витков спирали в один групповой стержень (рис.3), когда оси используемых под вторичную обмотку участков витков 4, 5 и 6 ферромагнитной спирали 3 выстраивают по одной линии.

Наибольшей экономии материала намоточных проводов w_2 будет, однако, соответствовать вариант (см.рис.4), когда собранные в один групповой стержень

жень витки ферромагнитного сердечника (4, 5, 6, 7 и 8) в сечении образуют круг (круговой вариант группирования). Кроме того, конструкция сердечника 3 в этом варианте становится полностью унифицированной, поскольку он принимает вид правильной m – лучевой звезды, где m соответствует m_{12} – фактору в уравнении 2. Так как на рис.4 показан вариант, где $m_{12} = 5$, то это означает (см. уравнение 2), что w_2 может иметь в 5 раз меньше витков по сравнению с нынешними конструкциями.

Для снижения потерь на рассеяние, первичная обмотка 1 может быть размещена соосно (см.рис.5) с вторичной обмоткой 2.

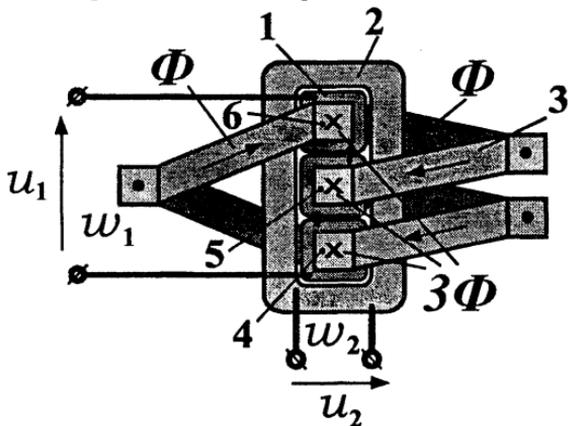


Рис.5

Поскольку данное техническое решение абсолютно новое и, следовательно, совершенно не исследованное, то нами была поставлена и осуществлена задача по изготовлению реального образца трансформатора новой конструкции и проведено испытание его работы.

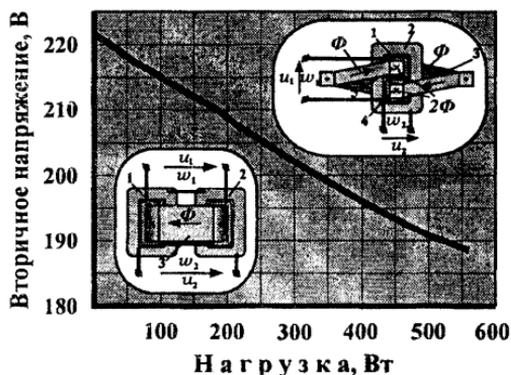


Рис.6

дует, что падение напряжения на вторичной обмотке под на-

грузкой. Важно было определить, прежде всего, как он ведёт себя под нагрузкой.

Для сравнительного исследования были изготовлены - стандартный ТС 200 и новый (на базе магнитопровода ТС 200). На рис.6 приведены данные, из которых сле-

грузкой, как для стандартного, так и для нового трансформатора, проходит практически одинаково. Это говорит о том, что новое решение вполне работоспособно, хотя вторичная обмотка и содержала в два раза меньше витков, чем прототип.

Литература

1. Электротехника. Учеб.пособие для вузов. Под ред. В.С.Пантюшина. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Высш. Школа», 1976. - 560 с.
2. Р.Л.Рыжкович, Е.В.Войткевич, А.А.Гирель, В.С.Ерашов, С.Ю.Крайко, А.А.Марченко, Д.А.Одинцов, С.А.Парфинович, Л.Р.Рыжкович, А.С.Семёнов, Д.В.Стрельцов, Д.А.Сушко, Д.В.Тиханович, Д.В.Халевич, А.Г.Холупов, А.Г.Хохряков, С.А.Чекан. Способ трансформации электрической энергии и устройство для его реализации/ Заявка на изобретение № а 20030796. Официальный бюллетень №4, 2003, С.73.