



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
H01F 30/12 (2006.01); H01F 27/34 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2018120578, 04.06.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
04.06.2018

Дата регистрации:
22.10.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 04.06.2018

(45) Опубликовано: 22.10.2018 Бюл. № 30

Адрес для переписки:

190031, Санкт-Петербург, Московский пр., 9,
ФГБОУ ВО ПГУПС, Патентный отдел

(72) Автор(ы):

Ким Константин Константинович (RU),
Ткачук Антон Андреевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Петербургский
государственный университет путей
сообщения Императора Александра I" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 172859 U1, 28.07.2017. RU
2444076 C1, 27.02.2012. SU 1347025 A1,
23.10.1987. RU 2320045 A1, 20.03.2008. GB
1203948 A, 03.09.1970.

(54) ТРЕХФАЗНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА

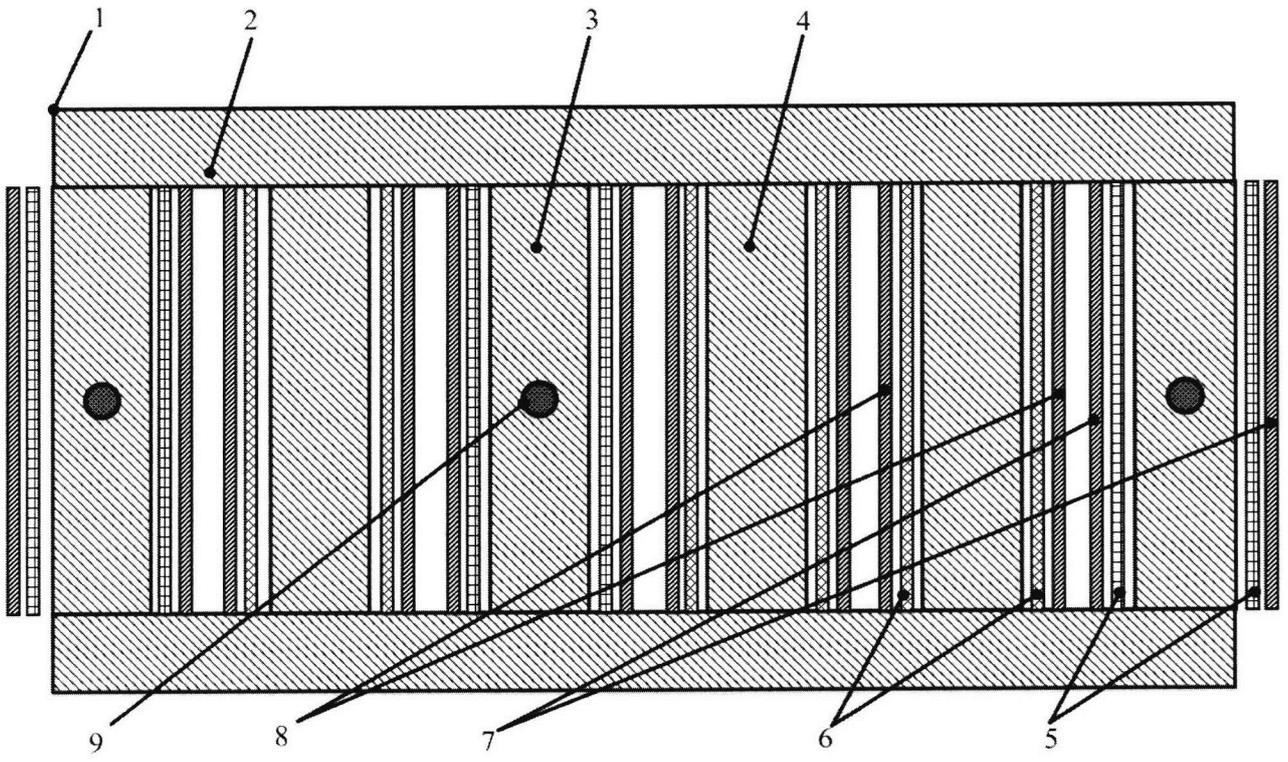
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к трансформаторам, предназначенным для электропитания трехфазных потребителей энергии. При увеличении тока, протекающего по секциям (7) и (8), увеличивается переменный магнитный поток, материал второго участка (4) переходит в состояние магнитного насыщения, его магнитное сопротивление увеличивается, переменный магнитный поток второго участка (4) уменьшается, следовательно, уменьшается ЭДС второй секции (6) вторичной обмотки. Вихревые токи в теле немагнитного электропроводящего сердечника (9) увеличиваются и оказывают размагничивающее действие на материал первого участка (3), магнитное сопротивление которого уменьшается и большая часть переменного магнитного потока, созданного током первичной обмотки, ответвляется в первый участок (3). При увеличении напряжения первой секции (5) и

уменьшении напряжения второй секции (6) напряжение на всей вторичной обмотке остается на требуемом уровне. При уменьшении тока первичной обмотки магнитный поток уменьшается. Это означает, что материал второго участка (4) выходит из состояния магнитного насыщения, его магнитное сопротивление уменьшается. Переменный магнитный поток, созданный током первичной обмотки, перераспределяется между участками (3) и (4) стержня (2) так, что меньшая его часть ответвляется в участок (3), а большая часть ответвляется в участок (4). В результате напряжение, формируемое на секции (5), уменьшается, напряжение, формируемое на секции (6), увеличивается, а напряжение на всей вторичной обмотке трансформатора не изменяется. Технический результат заключается в повышении КПД трансформатора за счет снижения его электрических потерь. 1 ил.

RU 184270 U1

RU 184270 U1



RU 184270 U1

RU 184270 U1

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к трансформаторам, предназначенным для электропитания трехфазных потребителей энергии.

Известен трехфазный трансформатор тяговых подстанций постоянного тока, используемый в трансформаторном агрегате для электрифицированных железных дорог переменного тока (RU №146074, H01F 30/12, 27.09.2014) и содержащий трехстержневой магнитопровод, стержни которого расщеплены на два участка, которые в верхней части соединены ферромагнитными стопами, на стержни намотаны фазы вторичной обмотки, которая соединена с нагрузкой, сверху фаз вторичной обмотки намотаны фазы первичной обмотки, подключенной к питающей сети. Участки стержня в нижней части соединены ферромагнитными стопами, при этом на первый участок стержня намотана первая секция вторичной обмотки, на второй участок намотана вторая секция вторичной обмотки, имеющая большее число витков по сравнению с первой секцией вторичной обмотки, причем конец первой секции вторичной обмотки соединен с началом второй секции вторичной обмотки, на первый участок стержня насажены короткозамкнутые витки.

Недостатком предложенной конструкции является тот факт, что в короткозамкнутых витках с малым электрическим сопротивлением под действием переменного магнитного потока возникают добавочные электрические потери, превышающие потери в витках секций вторичной обмотки. Увеличение суммарных электрических потерь ведет к снижению КПД трансформатора.

Известен трехфазный трансформатор тяговых подстанций постоянного тока (RU №172859, H01F 30/12, 28.07.2017), предназначенный для питания трехфазных преобразователей энергии на тяговых подстанциях постоянного тока, выбранный в качестве прототипа, и содержащий трехстержневой магнитопровод, стержни которого расщеплены на два участка, на стержни намотаны фазы вторичной обмотки, которая соединена с нагрузкой, сверху фаз вторичной обмотки намотаны фазы первичной обмотки, подключенной к питающей сети, при этом на первый участок стержня намотана первая секция вторичной обмотки, на второй участок намотана вторая секция вторичной обмотки, причем конец первой секции вторичной обмотки соединен с началом второй секции вторичной обмотки, на первый участок стержня насажены короткозамкнутые витки, вторая секция вторичной обмотки имеет меньшее число витков по сравнению с первой секцией вторичной обмотки, первичная обмотка разделена на две секции с одинаковым числом витков, при этом первая секция первичной обмотки намотана поверх первой секции вторичной обмотки, вторая секция первичной обмотки намотана поверх второй секции вторичной обмотки, при этом конец первой секции первичной обмотки соединен с началом второй секции первичной обмотки.

Вихревые токи, протекающие в короткозамкнутых витках конструкции прототипа, вносят дополнительные электрические потери в суммарные потери трансформатора, вследствие чего его КПД снижается.

Задачей полезной модели является повышение КПД трехфазного трансформатора тяговых подстанций постоянного тока путем использования размагничивающего действия вихревых токов, индуцированных в незамкнутом сплошном немагнитном сердечнике, расположенном внутри магнитопровода.

Технический результат достигается тем, что в трехфазном трансформаторе тяговых подстанций постоянного тока, содержащем трехстержневой магнитопровод, стержни которого расщеплены на два участка, на стержни намотаны фазы вторичной обмотки, которая соединена с нагрузкой, сверху фаз вторичной обмотки намотаны фазы первичной обмотки, подключенной к питающей сети, при этом на первый участок

стержня намотана первая секция вторичной обмотки, на второй участок намотана вторая секция вторичной обмотки, причем конец первой секции вторичной обмотки соединен с началом второй секции вторичной обмотки, вторая секция вторичной обмотки имеет меньшее число витков по сравнению с первой секцией вторичной обмотки, первичная обмотка разделена на две секции с одинаковым числом витков, при этом первая секция первичной обмотки намотана поверх первой секции вторичной обмотки, вторая секция вторичной обмотки намотана поверх второй секции вторичной обмотки, при этом конец первой секции первичной обмотки соединен с началом второй секции первичной обмотки, первый участок расщепленного стержня имеет поперечное отверстие, в котором расположен незамкнутый немагнитный электропроводящий сердечник.

Заявленный трехфазный трансформатор тяговых подстанций постоянного тока поясняется чертежом. Трансформатор содержит трехстержневой магнитопровод, состоящий из ярем 1 и стержней 2. Стержни 2 расщеплены на два параллельных участка 3 и 4. На первый участок 3 стержня 2 намотана первая секция 5 вторичной обмотки, на второй участок 4 стержня 2 намотана вторая секция 6 вторичной обмотки, имеющая меньшее число витков, чем первая секция 5 вторичной обмотки, причем конец первой секции 5 вторичной обмотки соединен с началом второй секции 6 вторичной обмотки. Первичная обмотка разделена на две секции с одинаковым числом витков, при этом первая секция 7 первичной обмотки намотана поверх первой секции 5 вторичной обмотки, вторая секция 8 первичной обмотки намотана поверх второй секции 6 вторичной обмотки так, что конец первой секции 7 первичной обмотки соединен с началом второй секции 8 первичной обмотки. Фазы вторичной обмотки соединены по схеме «треугольник», фазы вторичной обмотки соединены по схеме «звезда». В поперечное отверстие, которое может быть сквозным или глухим, первого участка 3 расщепленного стержня 2 вставлен незамкнутый немагнитный электропроводящий сердечник 9, выполненный из меди или алюминия. Незамкнутый немагнитный электропроводящий сердечник 9 может быть выполнен либо сплошным либо наборным.

Работа трехфазного трансформатора тяговых подстанций постоянного тока осуществляется следующим образом.

Подается напряжение на первичную обмотку трехфазного трехстержневого трансформатора, состоящую из последовательно соединенных первой 7 и второй 8 секций, по которым начинает протекать переменный электрический ток. Этот ток создает переменный магнитный поток, сцепляющийся с витками первой 5 и второй 6 секций вторичной обмотки и индуцирующий в витках первой 5 и второй 6 секций вторичной обмотки переменный электрический ток, создающий встречный магнитный поток. Результирующий переменный магнитный поток, представляющий собой сумму переменных магнитных потоков от токов первичной и вторичной обмоток, протекает по ярмам 1, первому участку 3 и второму участку 4 стержня 2, сцепляется с витками первой секции 5, индуцируя в ней ЭДС первой секции 5. Кроме того, результирующий переменный магнитный поток, протекающий по первому участку, индуцирует в теле незамкнутого немагнитного электропроводящего сердечника 9 вихревые токи, создающие магнитный поток, направленный навстречу результирующему магнитному потоку, созданному токами первичной и вторичной обмоток и протекающему по первому участку 3 стержня 2. Результирующий магнитный поток, протекающий по первому участку 3 стержня 2, уменьшается, следовательно, уменьшается напряжение первой секции 5 вторичной обмотки. Магнитный поток, протекающий по второму участку 4 стержня 2, больше магнитного потока, протекающего по первому участку 3

стержня 2. Магнитный поток участка 4 сцепляется с витками второй секции 6 вторичной обмотки и формирует на ней напряжение второй секции 6. Результирующее напряжение вторичной обмотки складывается из напряжения на первой секции 5 и напряжения на второй секции 6 вторичной обмотки.

5 Поскольку сердечник 9 является незамкнутым, то потери электрической энергии, вносимые вихревыми токами, протекающими в нем, меньше по сравнению с прототипом, где используются короткозамкнутые витки - сердечники, а КПД трансформатора выше.

При увеличении напряжения на первичной обмотке происходит увеличение тока, протекающего по секциям 7 и 8, увеличивается переменный магнитный поток, материал
10 второго участка 4 переходит в состояние магнитного насыщения, магнитное сопротивление второго участка 4 расщепленного стержня 2 увеличивается. В результате переменный магнитный поток, протекающий по второму участку 4 стержня 2, уменьшается, следовательно, уменьшается ЭДС второй секции 6, наведенная этим потоком. Увеличивается магнитный поток, протекающий по первому участку 3 стержня
15 2, увеличиваются индуцируемые им вихревые токи в теле незамкнутого немагнитного электропроводящего сердечника 9 и оказывающие размагничивающее действие на материал первого участка 3 стержня 2. Магнитное сопротивление первого участка 3 стержня 2 уменьшается и большая часть переменного магнитного потока, созданного током первичной обмотки, ответвляется в первый участок 3 стержня 2. Эта часть
20 магнитного потока сцепляется с витками первой секции 5 вторичной обмотки и наводит в ней ЭДС первой секции 5. Таким образом, при увеличении напряжения первой секции 5 вторичной обмотки и уменьшении напряжения второй секции 6 вторичной обмотки результирующее напряжение, формируемое на всей вторичной обмотке, остается на требуемом уровне.

25 При уменьшении напряжения на секциях 7 и 8 первичной обмотки ток, протекающий в первичной обмотке, уменьшается. Переменный магнитный поток, созданный этим током, также уменьшается. Это означает, что материал второго участка 4 стержня 2 выходит из состояния магнитного насыщения и его магнитное сопротивление уменьшается. Тогда переменный магнитный поток, созданный током первичной
30 обмотки, перераспределяется между первым 3 и вторым 4 участками стержня 2 так, что меньшая часть этого потока ответвляется в первый участок 3, большая часть во второй участок 4 стержня 2. В результате напряжение, формируемое на первой секции 5 вторичной обмотки, намотанной на первый участок 3 стержня 2, уменьшается, напряжение, формируемое на второй секции 6, намотанной на второй участок 4 стержня
35 2, увеличивается, а напряжение на всей вторичной обмотке трансформатора, не изменяется.

Таким образом, трехфазный трансформатор тяговых подстанций постоянного тока отличается от своего прототипа высоким КПД, за счет того, что потери в теле незамкнутого немагнитного электропроводящего сердечника малы по сравнению с
40 потерями от вихревых токов в короткозамкнутых витках.

(57) Формула полезной модели

Трехфазный трансформатор тяговых подстанций постоянного тока, содержащий трехстержневой магнитопровод, стержни которого расщеплены на два участка, на
45 стержни намотаны фазы вторичной обмотки, которая соединена с нагрузкой, сверху фаз вторичной обмотки намотаны фазы первичной обмотки, подключенной к питающей сети, при этом на первый участок стержня намотана первая секция вторичной обмотки, на второй участок намотана вторая секция вторичной обмотки, причем конец первой

секции вторичной обмотки соединен с началом второй секции вторичной обмотки, вторая секция вторичной обмотки имеет меньшее число витков по сравнению с первой секцией вторичной обмотки, первичная обмотка разделена на две секции с одинаковым числом витков, при этом первая секция первичной обмотки намотана поверх первой секции вторичной обмотки, вторая секция вторичной обмотки намотана поверх второй секции вторичной обмотки, при этом конец первой секции первичной обмотки соединен с началом второй секции первичной обмотки, отличающийся тем, что первый участок расщепленных стержней имеет поперечное отверстие, в котором расположен незамкнутый немагнитный электропроводящий сердечник.

10

15

20

25

30

35

40

45

Трехфазный трансформатор тяговых подстанций постоянного тока

