

# ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 2947

(13) U

(46) 2006.08.30

(51)<sup>7</sup> H 02K 1/16, 3/12,  
17/12, 19/06

(54)

## ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ МАШИНА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

(21) Номер заявки: u 20060058

(22) 2006.02.06

(71) Заявитель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

(72) Авторы: Олешкевич Марк Михайлович; Олешкевич Вячеслав Маркович; Макоско Юрий Валерьевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Белорусский национальный технический университет (ВУ)

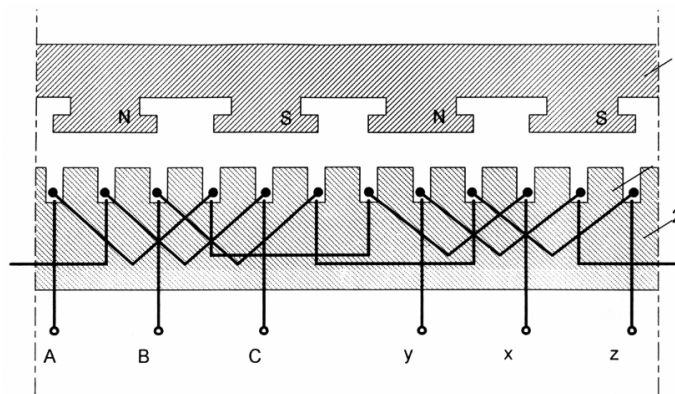
(57)

Электрическая машина переменного тока, содержащая ротор и статор, состоящий, по меньшей мере, из двух аксиальных пакетов с пазами, в которых расположена обмотка, отличающаяся тем, что пазы аксиальных пакетов сдвинуты по окружности относительно друг друга на угол  $0,43...0,6$  пазового деления, кроме того, пазы каждого аксиального пакета скошены на угол  $1,2...0,86$  пазового деления.

(56)

1. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. / Под общ. ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т. 1. - М: Энергоатомиздат, 1988. - С. 456 (с. 75, рис. 4.9).

2. Патент EP 0851559A1, H 02K 19/20 // Бюл. № 27. - 1998.



Фиг. 1

Полезная модель относится к области электротехники, а именно к разделу электрических машин переменного тока, и может быть использована в качестве прямоприводных многополюсных асинхронных и синхронных ветро- и гидрогенераторов.

Известна электрическая машина переменного тока с однослойной обмоткой статора (якоря) с числом пазов на полюс и фазу не менее 2 [1].

ВУ 2947 U 2006.08.30

# ВУ 2947 U 2006.08.30

Машина отличается сложностью конструкции обмотки, особенно при большом числе полюсов и пазов статора, несинусоидальной формой кривых электродвижущей силы (ЭДС) и магнитодвижущей силы (МДС), плохими энергетическими показателями; применяется только в качестве асинхронных двигателей малой мощности.

Известна электрическая машина переменного тока [2] - прототип, содержащая ротор и статор, состоящий, по меньшей мере, из двух аксиальных пакетов с пазами, в которых расположена обмотка.

Недостаток этой электрической машины связан со сложностью конструкции обмотки из-за необходимости выполнения обмотки двухслойной с укороченным шагом и распределенной с числом пазов на полюс и фазу не менее 2.

Задача, решаемая полезной моделью, заключается в упрощении схемы и конструкции обмотки.

Поставленная задача решается тем, что в электрической машине переменного тока, содержащей ротор и статор, состоящий, по меньшей мере, из двух аксиальных пакетов с пазами, в которых расположена обмотка, пазы аксиальных пакетов сдвинуты по окружности относительно друг друга на угол  $0,43...0,6$  пазового деления, кроме того, пазы каждого аксиального пакета скошены на  $1,2...0,86$  пазового деления.

Полезная модель поясняется чертежами, где на фиг. 1 показана электрическая машина переменного тока с двумя аксиальными пакетами статора, сдвинутыми по окружности относительно друг друга, и со скошенными пазами каждого пакета - поперечный разрез (развертка).

На фиг. 2 показан статор с обмоткой электрической машины переменного тока с двумя аксиальными пакетами, сдвинутыми по окружности относительно друг друга, со скошенными пазами каждого пакета - продольный разрез (развертка).

На фиг. 3 показана векторная диаграмма, поясняющая принцип действия электрической машины переменного тока с двумя аксиальными пакетами статора, сдвинутыми относительно друг друга, со скошенными пазами каждого пакета.

На фиг. 4 представлена векторная диаграмма ЭДС (МДС) 5-й гармоники проводника при скосе пазов каждого аксиального пакета на  $1,2$  пазового деления.

На фиг. 5 представлена векторная диаграмма ЭДС (МДС) 7-й гармоники проводников аксиальных пакетов при сдвиге пазов пакетов на  $0,429$  пазового деления.

На фиг. 6 представлена векторная диаграмма ЭДС (МДС) 7-й гармоники проводников аксиальных пакетов при сдвиге пазов пакетов на  $0,6$  пазового деления.

На фиг. 7 представлена векторная диаграмма ЭДС (МДС) 5-й гармоники проводника при скосе пазов каждого пакета на  $0,858$  пазового деления.

Электрическая машина переменного тока состоит из ротора 1 и статора 2 с двумя аксиальными пакетами 3 и 4 с обмоткой 5, уложенной в пазах 6 одного аксиального пакета и в пазах 7 второго аксиального пакета. Пазы 6 и 7 аксиальных пакетов 3 и 4, в которых уложена каждая катушка обмотки, сдвинуты относительно друг друга на угол  $\gamma_{\text{сд}}$  электрических градусов. Угол скоса пазов каждого пакета составляет  $\gamma_{\text{ск}}$  электрических градусов. Пазовое деление или расстояние между соседними пазами -  $\gamma$  электрических градусов.

При вращении магнитного поля магнитный поток наводит в каждом проводнике, расположенном в каждом пазу каждого аксиального пакета, ЭДС, состоящую из геометрической суммы ЭДС элементов скошенного проводника обмотки. ЭДС проводников обмотки, расположенных в аксиальных пакетах, складываются геометрически с учетом сдвига пазов пакетов.

Результирующие ЭДС (МДС) основной и высших гармоник (5-й, 7-й...) фазы обмотки с диаметральной шаг, с числом пазов на полюс и фазу, равным 1, при сдвиге пазов аксиальных пакетов на  $0,43$  пазового деления и скосе пазов каждого аксиального пакета на  $1,2$  пазового деления составляют:

## BY 2947 U 2006.08.30

$$E_{p1} = 2pW_k E_{11} \cos\left(\frac{b_{сд} \cdot 60}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sin(b_{ск} \cdot 60/2)}{b_{ск} \cdot 60\pi/360}\right) = 2pW_k E_{11} \cdot 0,975 \cdot 0,936 = 2pW_k E_{11} \cdot 0,913,$$

$$E_{p5} = 2pW_k E_{55} \cos\left(\frac{5 \cdot b_{сд} \cdot 60}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sin(5 \cdot b_{ск} \cdot 60/2)}{5 \cdot b_{ск} \cdot 60\pi/360}\right) = 2pW_k E_{55} \cdot 0,431 \cdot 0 = 0,$$

$$E_{p7} = 2pW_k E_{77} \cos\left(\frac{7 \cdot b_{сд} \cdot 60}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sin(7 \cdot b_{ск} \cdot 60/2)}{7 \cdot b_{ск} \cdot 60\pi/360}\right) = 2pW_k E_{77} \cdot 0 \cdot 0,216 = 0,$$

где  $E_{11}$ ,  $E_{55}$ ,  $E_{77}$  и т.д. - ЭДС (МДС) основной и высших (5-й, 7-й) гармоник проводника обмотки при отсутствии сдвига пазов аксиальных пакетов и отсутствии скоса пазов каждого аксиального пакета;

$\gamma_{сд} = b_{сд} \cdot 60$  - угол сдвига пазов аксиальных пакетов, эл. град;

$b_{сд}$  - сдвиг пазов аксиальных пакетов друг относительно друга в долях пазового деления;

$\gamma_{сд} = 60$  эл. град - пазовое деление статора при числе фаз, равном трем, числе пазов на полюс и фазу, равном единице;

$W_k$  - число витков катушки обмотки;

$\gamma_{ск} = b_{ск} \cdot 60$  - угол скоса пазов каждого аксиального пакета, эл. град;

$b_{ск}$  - скос пазов каждого аксиального пакета в долях пазового деления.

ЭДС (МДС) основной и высших гармоник, наводимые в проводниках обмотки, расположенных в пазах двух аксиальных пакетов, сдвинутых по окружности друг относительно друга на угол  $\gamma_{сд}$ , каждый из которых выполнен со скосом  $\gamma_{ск}$ , равны геометрической сумме ЭДС (МДС) элементарных проводников скошенных пазов:

$$\dot{E}_1 = \dot{E}'_1 + \dot{E}''_1 = \sum \Delta \dot{E}'_1 + \sum \Delta \dot{E}''_1,$$

$$\dot{E}_5 = \dot{E}'_5 + \dot{E}''_5 = \sum \Delta \dot{E}'_5 + \sum \Delta \dot{E}''_5,$$

$$\dot{E}_7 = \dot{E}'_7 + \dot{E}''_7 = \sum \Delta \dot{E}'_7 + \sum \Delta \dot{E}''_7,$$

где  $\dot{E}'_1$ ,  $\dot{E}'_5$ ,  $\dot{E}'_7$  - векторы результирующих ЭДС (МДС) 1-й, 5-й и 7-й гармоник, наводимые в проводнике одного аксиального пакета;

$\dot{E}''_1$ ,  $\dot{E}''_5$ ,  $\dot{E}''_7$  - то же в проводнике второго аксиального пакета;

$\Delta \dot{E}'_1$ ,  $\Delta \dot{E}'_5$ ,  $\Delta \dot{E}'_7$  - векторы элементарных ЭДС (МДС) 1-й, 5-й и 7-й гармоник, наводимые в элементарных скошенных проводниках одного аксиального пакета;

$\Delta \dot{E}''_1$ ,  $\Delta \dot{E}''_5$ ,  $\Delta \dot{E}''_7$  - то же в элементарных проводниках второго аксиального пакета.

Результирующие ЭДС (МДС) основной и высших (5-й, 7-й...) гармоник фазы обмотки с диаметральной шагом, с числом пазов на полюс и фазу, равным единице, при сдвиге пазов аксиальных пакетов на 0,6 пазового деления и скосе пазов каждого аксиального пакета на 0,86 пазового деления составляют:

$$E_{p1} = 2pW_k E_{11} \cos\left(\frac{0,6 \cdot 60}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sin(0,86 \cdot 60/2)}{0,86 \cdot 60\pi/360}\right) = 2pW_k E_{11} \cdot 0,92,$$

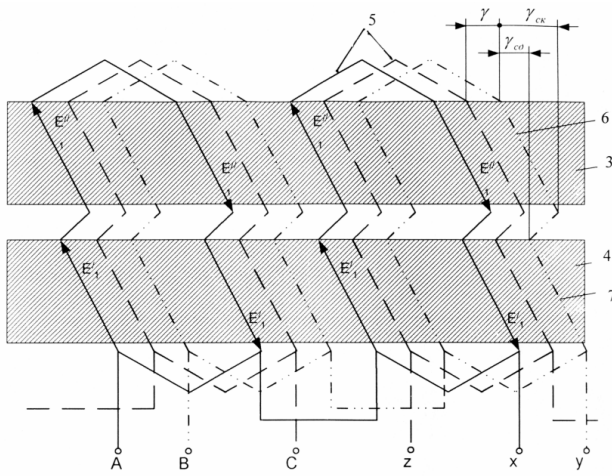
$$E_{p5} = 2pW_k E_{55} \cos\left(\frac{5 \cdot 0,6 \cdot 60}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sin(5 \cdot 0,86 \cdot 60/2)}{5 \cdot 0,86 \cdot 60\pi/360}\right) = 0,$$

$$E_{p7} = 2pW_k E_{77} \cos\left(\frac{7 \cdot 0,6 \cdot 60}{2}\right) \cdot \left(\frac{\sin(7 \cdot 0,86 \cdot 60/2)}{7 \cdot 0,86 \cdot 60\pi/360}\right) = 0.$$

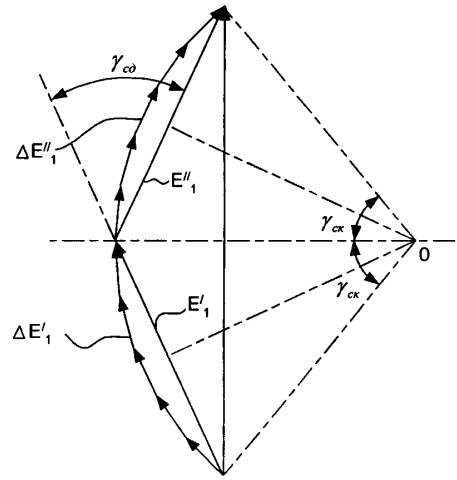
Таким образом, в обмотке полностью подавляются 5-я и 7-я и кратные им гармоники ЭДС (МДС), включая гармоники зубцового порядка, и значительно ослабляются 11, 13 и кратные им гармоники, включая гармоники зубцового порядка, без укорочения шага обмотки и без распределения по пазам. 3-я, 9-я и кратные им гармоники ЭДС (МДС) в трех-

# BY 2947 U 2006.08.30

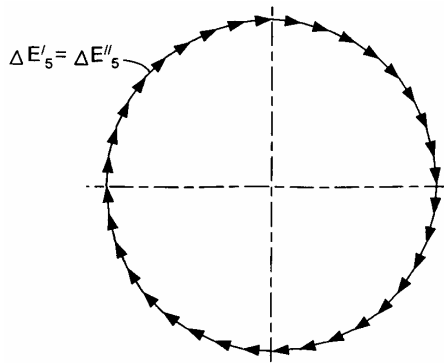
фазной обмотке отсутствуют. Обмотка может быть выполнена с диаметральным шагом, однослойной, и сосредоточенной с числом пазов на полюс и фазу, равным единице.



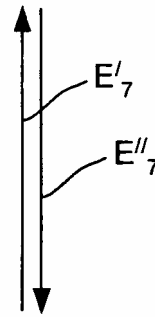
Фиг. 2



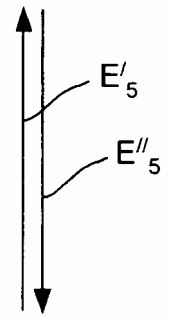
Фиг. 3



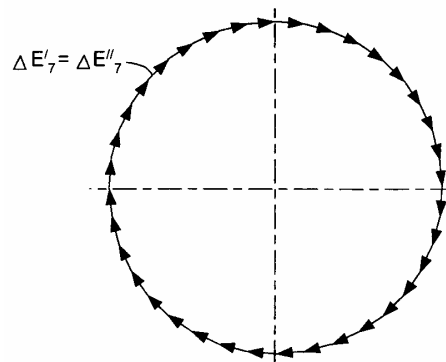
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7