

АСИНХРОННИЙ ДВИГУН З ЯВНО ВИРАЖЕНИМИ ЗУБЦЯМИ ТА ШЕСТИФАЗНОЮ ОБМОТКОЮ НА СТАТОРІ

Панченко В.І., доц., Ципленков Д.В. канд. техн. наук, доц., Гребенюк А.М.
Національний гірничий університет
Україна, 49005, Дніпропетровськ, пр. К.Маркса, 19, НГУ, кафедра "Електричні машини"
тел. (056) 373-07-70, E-mail: tsyplenkovd@nmu.org.ua

Кириченко М.С.
Національний гірничий університет
Україна, 49005, Дніпропетровськ, пр. К.Маркса, 19, НГУ, кафедра "Електротехніки та метрології"

Розглянуто схему обмотки статора асинхронного двигуна з явно вираженими зубцями, яка дозволяє усунути шкідливу дію вищих (5-ої, 7-ої та інших) гармонік магнітної індукції. Обмотка має просту конструкцію та забезпечує високу ремонтоздатність двигуна.

Рассмотрено схему обмотки статора асинхронного двигателя с явно выраженными зубцами; которая исключает вредное действие высших (5-ой, 7-ой и др.) гармоник магнитной индукции. Обмотка имеет простую конструкцию и обеспечивает высокую ремонтоспособность двигателя.

Асинхронні двигуни з явно вираженими зубцями [1] у порівнянні з традиційними мають більш просту конструкцію, та завдяки тому, що зосереджені котушки обмотки розміщені на окремих зубцях, таку обмотку легко ремонтувати (треба тільки замінити пошкоджену котушку). Крім того, такі двигуни потребують менше обмоткового проводу.

Недоліком двигуна [1] є те, що магнітне поле в повітряному проміжку має явно виражений східчастий характер, що зводить до появи значних за амплітудою гармонічних складових (гармонік) магнітної індукції. При цьому виникають проблеми з пуском двигуна, зменшується ККД, збільшуються шум та вібрація.

В роботі [2] запропоновано конструкцію двигуна та схему обмотки статора, які частково усувають перелічені вище недоліки. Осердя статора такого двигуна (рис.1) складається із $12p$ аксіально розташованих зубців 1 (p -число пар полюсів), що зроблені у вигляді пакетів листів із електротехнічної сталі.

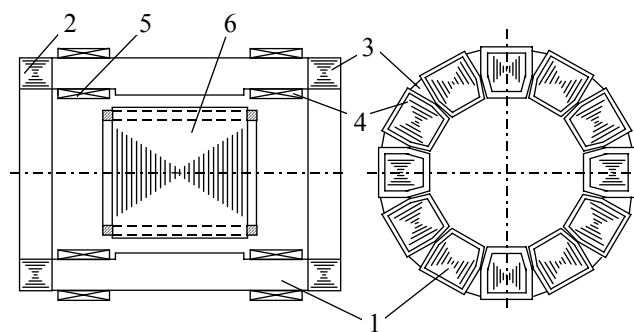


Рис. 1. Асинхронний двигун з явно вираженими зубцями

Внутрішні поверхні пакетів утворюють розточку статора, а їх бокові поверхні з'єднані кільцевими ярами 2, 3 навитими з холоднокатаної електротехнічної сталі. На зубцях з боку ярем, розташовані фазові обмотки 4, 5, кожна з яких складається із $2p$ котушкових груп. Групи між собою мають фазовий зсув в 180 електричних градусів і з'єднані послідовно-зустрічно. В свою чергу, кожна з котушкових груп складається із трьох послідовно з'єднаних котушок, числа витків яких знаходяться у співвідношенні $4:7:4$.

В просторі, вільному від котушок, всередині розточки, знаходиться ротор 6. Схема обмотки двигуна дає змогу значно зменшити амплітуди вищих гармонік магнітної індукції, в першу чергу п'ятої та сьомої. Однак, при цьому ускладнюється конструкція обмотки та утруднюється її ремонт, тому що на одних і тих же зубцях розміщуються котушки різних фаз.

Пропонується зберегти надзвичайно просту схему обмотки, притаманну конструкції [1], а вищі гармоніки магнітної індукції (5-ту, 7-му та інші) усунути застосуванням на статорі шестифазної обмотки [3]. Для реалізації такої обмотки статор двигуна повинен мати $12p$ зубців.

Конструкція двигуна зберігається такою, як на рис. 1. На кожному зубці з обох боків розміщують окремі зосереджені котушки, причому котушки, які розташовані на непарних зубцях, з'єднують між собою по схемі "трикутник" (рис. 2.) (фази A_1, B_1, C_1), а котушки парних зубців з'єднують між собою по схемі "зірка" (рис. 2.) (фази A_2, B_2, C_2). Котушки обох сторін зубців з'єднують між собою послідовно-зустрічно.

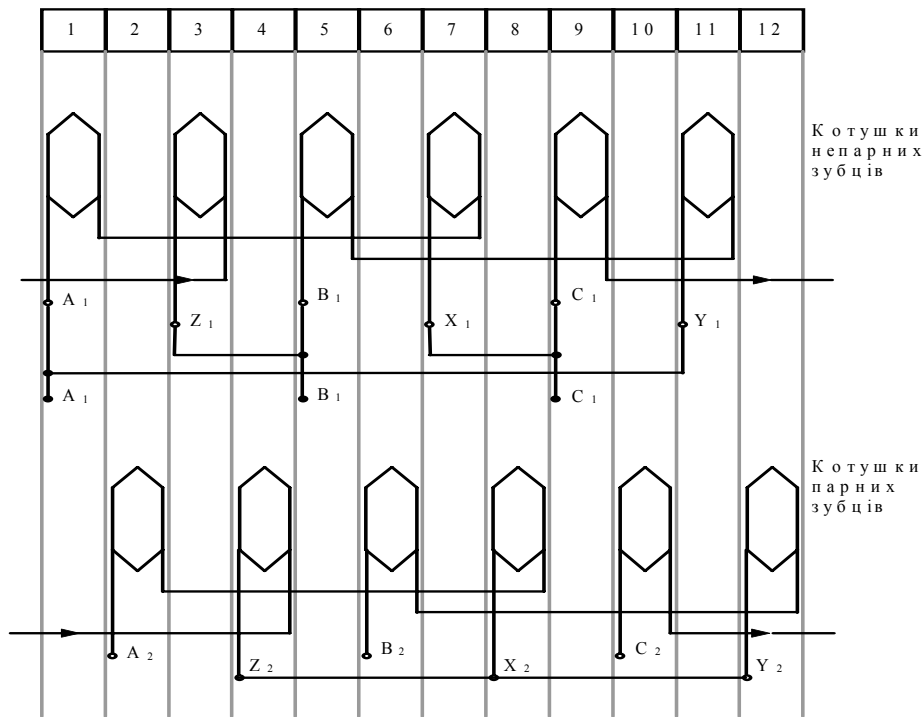


Рис. 2. Схема з'єднання котушок двигуна у шестифазну обмотку

Фазові напруги схем: "трикутник" $U_{\Delta} = 4,44f w_{\Delta} \Phi_{m\Delta}$, "зірка" $U_Y = 4,44f w_Y \Phi_{mY}$, де f – частота, w_{Δ} , w_Y – числа витків фаз, $\Phi_{m\Delta}$, Φ_{mY} – амплітуди магнітної індукції у повітряному проміжку. Відоме співвідношення $U_{\Delta} = \sqrt{3}U_Y$ при виконанні очевидної рівності $\Phi_{m\Delta} = \Phi_{mY}$ вимагає збільшення у $\sqrt{3}$ раз числа витків w_{Δ} порівняно з w_Y . При цьому фазовий струм схеми "трикутник" в $\sqrt{3}$ разів менше фазового струму схеми "зірка", що дозволяє відповідно зменшити поперечний переріз проводу обмотки у схемі "трикутник". При цьому об'єми провідникових матеріалів обох обмоток будуть однаковими. Обидві схеми, "трикутник" та "зірка", між собою вмикають паралельно, для чого початки відповідних фаз з'єднують між собою.

Фазова напруга в схемі "трикутник" є одночасно і лінійною; вона має часовий зсув по фазі в 30° відносно фазової напруги в схемі "зірка". Такий же зсув по фазі будуть мати у відповідних схемах намагнічуючі струми і магніторухливі сили обох обмоток.

З другого боку, просторовий зсув обмоток на один зубець при їх загальному числі $12p$ складає 30 електричних градусів, тобто маємо випадок, аналогічний шестифазній обмотці [3]. При цьому у сумарній МРС, в магнітній індукції двох обмоток A_1, B_1, C_1 , і A_2, B_2, C_2 зникають гармоніки номерів 5, 7, 17, 19, ..., що позитивно впливає на роботу двигуна. В даному випадку, порівняно з конструкцією [2], спрощується ремонт обмотки статора, тому що на кожному зубці знаходиться тільки одна котушка будь-якої фази. Пропоновану обмотку можна розглядати як розподілену з числом зубців на полюс і фазу $q = 2$; при

цьому коефіцієнт розподілу для основної гармоніки поля $K_{p1} = 0,966$. При $p = 1$ двигун повинен мати 12 зубців. Тоді кожна котушка займає в просторі розточки кут в 30° , що відповідає коефіцієнту укорочення $K_{y1} = 0,256$. Обмотковий коефіцієнт

$K_{об1} = K_{p1} \cdot K_{y1} = 0,25$. Для двигуна з $p = 1$ зроблено розрахунок довжини проводу фазової обмотки l у порівнянні з довжиною проводу фази l_0 двигуна традиційної конструкції. Одержано $l = 1,06l_0$, тобто витрати провідникових матеріалів дещо вищі порівняно з традиційною розподіленою в пазах статора обмоткою. Але здобутком є те, що спрощується конструкція двигуна і забезпечується можливість легкого ремонту обмотки статора. Останнє, зрештою, дає змогу одержати економію провідникових матеріалів на протязі терміну експлуатації двигуна.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] Лушик В.Д., Штефан А.М. Асинхронный трехфазный двигатель с когтеобразными зубцами на статоре / Бесконтактные электрические машины, XI. - Рига.: Зинатне. 1972. - С. 256-290.
- [2] А.с.СССР, №1838863А3, кл.Н02к 17/22. Асинхронный трехфазный электродвигатель / В.И.Панченко, В.В. Панченко // Открытия. Изобретения. - 1993. - №32, - С 2.
- [3] Жерве Г.К. Обмотки электрических машин. - Л.: Энергоатомиздат, 1989. - 400 с.

Надійшла 30.08.2007