



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 99327

(13) U

(51) МПК

H01F 27/24 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2014 14182**

(22) Дата подання заявки: **30.12.2014**

(24) Дата, з якої є чинними  
права на корисну  
модель: **25.05.2015**

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: **25.05.2015, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):

**Ставинський Андрій Андрійович (UA),  
Ставинський Ростислав Андрійович  
(UA),  
Авдєєва Олена Андріївна (UA)**

(73) Власник(и):

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КОРАБЛЕБУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА  
МАКАРОВА,  
пр. Героїв Сталінграда, 9, м. Миколаїв,  
54025 (UA)**

## (54) МАГНІТОПРОВІД ТРИФАЗНОГО СТАТИЧНОГО ІНДУКЦІЙНОГО ПРИСТРОЮ

(57) Реферат:

Магнітопровід трифазного статичного індукційного пристрою містить розташовані на осях під кутами  $120^\circ$  стрижні і ярма, що шихтовані з електротехнічної сталі у вигляді елементів шевронної і паралелограмної конфігурацій з кутами  $60^\circ$  і  $120^\circ$ . Шевронні елементи виконані симетричними відносно центральних осей, одна частина паралелограмних елементів відрізняється від іншої частини довжиною на розмір меншого боку кожного паралелограмного елемента.

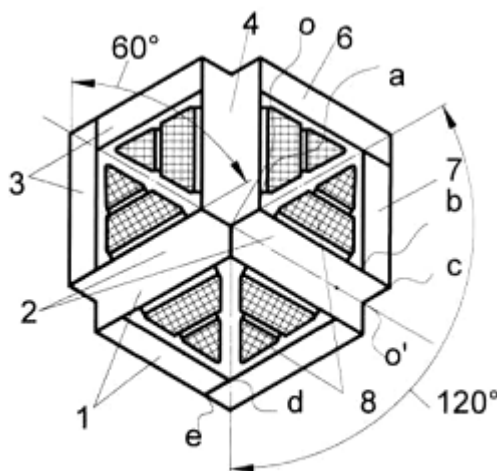


Fig. 1

UA 99327 U



Корисна модель належить до технології трансформаторобудування, може бути використана при виробництві трифазних трансформаторів, реакторів і дроселів та вирішує задачі підвищення коефіцієнта корисної дії статичного індукційного пристрою зниженням утрат в магнітопроводі та зниженням трудомісткості виготовлення.

Відомо про конструкції трифазних планарних магнітопроводів, які містять розташовані паралельно і аксіально стрижні та ярма, що шихтовані "вперепліт" [А.И. Майорец, Г.И. Пшеничный, Я.З. Чечелюк и др. Магнитопроводы силовых трансформаторов (технология и оборудование). - М.: Энергия, 1973. - С. 17-28]. При "прямых" стиках повздовжній шар шихтованого магнітопроводу складається з прямокутних пластин трьох розмірів, що відрізняються довжиною. Використання в планарному магнітопроводі текстурованої електротехнічної сталі з кращими питомими характеристиками вздовж прокату призводить до значного підвищення утрат в зонах кутів і стиків. Тому для зниження утрат і струму неробочого руху у кожному шарі магнітопроводу замість трьох використовуються пластини чотирьох конфігурацій з прямими і косими стиками, що чергуються. Це підвищує трудомісткість виробництва магнітопроводу. Максимальне зниження магнітного опору підвищенням площі стиків та зниженням утрат кутових зон досягається складанням планарного магнітопроводу з усіма косими стиками з значної кількості типорозмірів пластин при суттєвому ускладненні технології виробництва і виникненні відходів розкроєння текстурованої рулонної електротехнічної сталі. Ознаками вказаних конструкцій, що співпадають з конструкцією, згідно з корисною моделлю, є наявність шихтованих з електротехнічної сталі стрижнів і ярем.

Також відомо про конструкцію магнітопроводу трифазного статичного індукційного пристрою [патент України № 100077, кл. H01F 27/24], який містить розташовані на осях під кутами  $120^\circ$  стрижні і ярма, що шихтовані з електротехнічної сталі у вигляді елементів шевронної і паралелограмної конфігурацій з кутами  $60^\circ$  і  $120^\circ$ . Такий магнітопровід прийнято за прототип, він відрізняється шестигранним твірним контуром і ромбічними обмотковими вікнами, та виготовляється з усіма косими стиками. Косі стики утворюються складанням магнітопроводу з наборів (груп) трьох типорозмірів елементів (пластин), що відрізняються - двох шевронних і однієї паралелограмної. Стрижнева частина кожного шару магнітопроводу утворюється суміщенням боків шевронних елементів зі стиками на осях  $120^\circ$ . При ізолюванні вказаних стиків у електромагнітній системі утворюються двоконтурні фазні елементи (електрорушійні сили фаз обмоток індукуються двома контурними магнітними потоками, що зсунуті по фазі). Конструкція і структура магнітопроводу - прототипу надає можливість маловитратного та практично безвідходного виробництва компактних електромагнітних систем, у тому числі трансформаторів, що призначені для вбудовування у трубчаті і сферичні оболонки обмеженого діаметра. Шевронні елементи виготовляються практично безвідходно поперечним розкроєнням смуги електротехнічної сталі, тобто ортогонально прокату. Тому напрямки силових ліній магнітного поля не співпадають з напрямком прокату, що не включає використання для виготовлення магнітопроводу текстурованої електротехнічної сталі з кращими магнітними властивостями у напрямку прокату. Внаслідок індивідуальності контурів замикання магнітного поля у стрижнях і ярмах та при наявності ізоляції стиків на осях  $120^\circ$ , у вказаних контурах виникають значні додаткові утрати від третіх гармонік контурних магнітних потоків. При відсутності такої ізоляції виникають додаткові утрати в осьових стиках від вирівнювальних потоків.

Ознаками прототипу, що співпадають з корисною моделлю, є те, що магнітопровід містить розташовані на осях під кутами  $120^\circ$  стрижні і ярма, що шихтовані з електротехнічної сталі у вигляді елементів шевронної і паралелограмної конфігурацій з кутами  $60^\circ$  і  $120^\circ$ .

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення індукційного статичного пристрою, у якому певні структурні перетворення шихтованого радіального магнітопроводу з усіма косими стиками, призводять до зниження утрат, розширення технологічних можливостей виробництва та зниження трудомісткості виготовлення трифазних статичних індукційних пристроїв з суміщеними і двоконтурними фазними елементами електромагнітних систем.

Поставлена задача вирішується тим, що у магнітопроводі трифазного статичного індукційного пристрою, який містить розташовані на осях під кутами  $120^\circ$  стрижні і ярма, що шихтовані з електротехнічної сталі у вигляді елементів шевронної і паралелограмної конфігурацій з кутами  $60^\circ$  та  $120^\circ$ , згідно з корисною моделлю, шевронні елементи виконані симетричними відносно центральних осей, одна частина паралелограмних елементів відрізняється від іншої частини довжиною на розмір меншого боку кожного паралелограмного елемента, при цьому у кожній парі суміжних шарів шевронні та паралелограмні елементи встановлені з чергуванням у стрижнях і ярмах, а стрижні містять пари паралелограмних

елементів різної довжини, які зсунуті один відносно другого на розмір меншого боку паралелограма.

Внутрішні та зовнішні шевронні елементи утворені з ідентичних паралелограмних елементів більшої довжини.

5 Виконання магнітопроводу таким чином, що шевронні елементи симетричні відносно центральних осей, одна частина паралелограмних елементів відрізняється від іншої частини довжиною на розмір меншого боку кожного паралелограмного елемента, при цьому у кожній парі суміжних шарів шевронні та паралелограмні елементи встановлені з чергуванням у стрижнях і ярмах, а стрижні містять пари паралелограмних елементів різної довжини, які зсунуті  
10 один відносно другого на розмір меншого боку паралелограма, знижує втрати у сталі.

Формування магнітопроводу утворенням внутрішніх і зовнішніх шевронних елементів з ідентичних паралелограмних елементів більшої довжини суттєво спрощує та знижує трудомісткість виробництва магнітопроводу.

15 Втрати у сталі знижуються утворенням шихтованого вперепліт і практично безвідходного магнітопроводу радіальної електромагнітної системи з суміщеними фазними елементами та з напрямками магнітного потоку у більшій частині об'єму магнітопроводу, що співпадає з напрямком прокату (текстури) електротехнічної сталі. Це виключає виникнення додаткових утрат від третіх гармонік контурних магнітних потоків, або вирівнювального магнітного поля стрижнів. Розширюються технологічні можливості виготовлення статичних індукційних пристроїв  
20 конструктивно - структурним забезпеченням можливості використання текстурованої електротехнічної сталі. Трудомісткість виготовлення знижується формуванням практично безвідходних варіантів симетричного радіального магнітопроводу з усіма косими стиками трифазних просторових електромагнітних систем з суміщеними і двоконтурними фазними елементами відповідно з наборів трьох елементів - одного шевронного і двох паралелограмних  
25 та усього з двох паралелограмних елементів, що відрізняються довжиною.

Корисна модель ілюструється кресленнями, на яких зображені схема активної частини трифазного статичного індукційного пристрою та структури варіантів суміжних елементарних шарів його магнітопроводу.

30 Фіг. 1 характеризує конструктивну схему просторової радіальної електромагнітної системи трансформатора з суміщеними фазними елементами у поперечному перерізі та структуру шару її магнітопроводу. На фіг. 2 зображена структура елементарних шарів електротехнічної сталі, що чергуються з шарами вигляду, що показаний на фіг. 1. На фіг. 3 зображена структура шарів магнітопроводу, що чергуються з шарами (фіг. 2) електромагнітної системи з контурами (фіг. 1), яка відрізняється двоконтурними фазними елементами.

35 Магнітопровід 1 трансформатора (фіг. 1) містить розташовані на осях під кутами  $120^\circ$  стрижні 2 і ярма 3, що шихтовані з електротехнічної сталі у вигляді елементів шевронної 4, 5 і паралелограмної 6, 7 конфігурацій з кутами  $60^\circ$  і  $120^\circ$ . На стрижні 2 встановлені обмоткові котушки 8. Шевронні елементи 4, 5 виконані симетричними відносно центральних осей  $OO'$ , одна частина паралелограмних елементів 6 відрізняється від іншої частини 7 довжиною на  
40 розмір меншого боку кожного паралелограмного елемента 6, 7, при цьому у кожній парі суміжних шарів (фіг. 1, фіг. 2) шевронні 4, 5 та паралелограмні 6, 7 елементи встановлені з чергуванням у стрижнях 2 і ярмах 3, а стрижні 2 містять пари паралелограмних елементів 6, 7 різної довжини, які зсунуті один відносно другого на розмір меншого боку паралелограму (фіг. 2). У кожній парі суміжних шарів (фіг. 2, фіг. 3) внутрішні 4 і зовнішні 5 шевронні елементи  
45 утворені з ідентичних паралелограмних елементів 6 більшої довжини.

При роботі статичного індукційного пристрою з різновидами елементарних шарів електротехнічної сталі магнітопроводу (фіг. 1 - фіг. 3) магніторушійні сили обмоткових котушок 8 створюють магнітне поле, що замикається по стрижнях 2 і ярмах 3 з силовими лініями, що перетинають зони технологічних зазорів вигляду  $oa$  і  $oa'$ ,  $bc$  і  $b'c'$ ,  $de$  і  $d'e'$  з усіма косими  
50 стиками. На вказані зазори накладені ділянки шевронних 4, 5 і паралелограмних 6, 7 елементів суміжних шарів (фіг. 1 - фіг. 3) магнітопроводу 1. Це знижує намагнічувальний струм і додаткові втрати індукційного статичного пристрою.

По відношенню до прототипу суміщення фазних елементів електромагнітної системи знижує втрати в сталі радіального магнітопроводу на 30...35 % на основі усунення третіх гармонік контурних магнітних потоків та зрівнювальних потоків. Також досягається можливість зниження на 10...15 % утрат в магнітопроводі при заміні нетекстурованої електротехнічної сталі на текстуровану. По відношенню до прототипу формування радіальної електромагнітної системи з двоконтурними фазними елементами з двох груп паралелограмних елементів магнітопроводу  
однакової ширини знижує трудомісткість його виготовлення до 30 %.

60

## ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Магнітопровід трифазного статичного індукційного пристрою, який містить розташовані на осях під кутами  $120^\circ$  стрижні і ярма, що шихтовані з електротехнічної сталі у вигляді елементів шевронної і паралелограмної конфігурацій з кутами  $60^\circ$  і  $120^\circ$ , який **відрізняється** тим, що шевронні елементи виконані симетричними відносно центральних осей, одна частина паралелограмних елементів відрізняється від іншої частини довжиною на розмір меншого боку кожного паралелограмного елемента, при цьому у кожній парі суміжних шарів шевронні та паралелограмні елементи встановлені з чергуванням у стрижнях і ярмах, а стрижні містять пари паралелограмних елементів різної довжини, які зсунуті один відносно другого на розмір меншого боку паралелограма.
2. Магнітопровід за п. 1, який **відрізняється** тим, що внутрішні та зовнішні шевронні елементи утворені з ідентичних паралелограмних елементів більшої довжини.

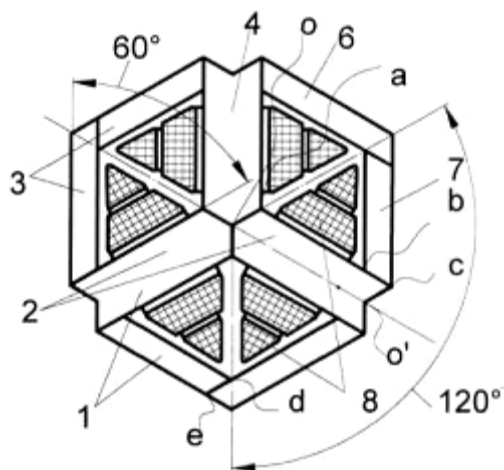


Fig. 1

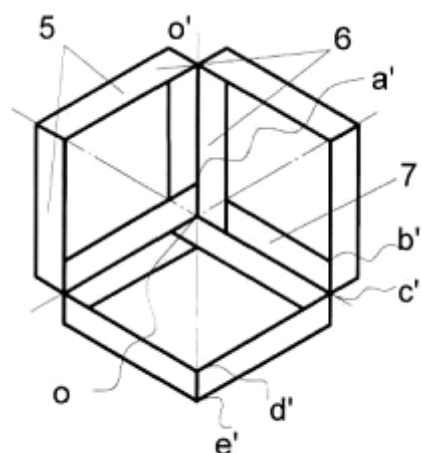


Fig. 2

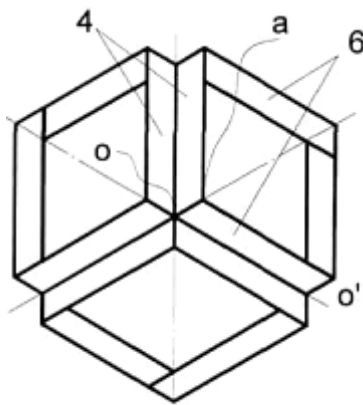


Fig. 3

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601