

Корисна модель належить до галузі трансформаторобудування і може бути використана при виробництві трансформаторів, що перетворюють трифазну систему струму ($m_1=3$) в шестифазну систему ($m_2=6$).

Відомі трансформатори для перетворення числа фаз з $m_1/m_2=3/6$ з пульсуючим магнітним полем, що містять планарні тристрижневі магнітопроводи та розділені на окремі котушки стрижневі обмоткові елементи, з'єднані спеціальними схемами, які забезпечують зсув електрорушійних сил обмоткових котушок.

При цьому погіршується електромагнітне використання обмоток і підвищується розрахункова потужність перетворювального трансформатора, що, у свою чергу, призводить до погіршення масогабаритних, вартісних та енергетичних показників (Фишлер Я.Л., Урманов Р.Н. Преобразовательные трансформаторы. - М.: Энергия, 1974. - 224 с., С. 17-21).

Ознаками вказаних аналогів, що співпадають з корисною моделлю, є наявність магнітопроводу з яремними та стрижневими ділянками, складеними з пластин електротехнічної сталі, а також системи обмоткових котушок.

Крім вказаних планарних варіантів, відомі радіальні та аксіальні різновиди трансформаторних перетворювачів числа фаз з обертовим магнітним полем і розподіленими обмотками, що містять елементарні котушки, укладені в пази магнітопроводу.

У таких трансформаторах з $m_1=3$ - фазною первинною обмоткою утворюються симетричні багатофазні системи вихідних електрорушійних сил, зокрема з $m_2=6$ (Пальчиков О.О. Порівняння електромагнітних систем трансформаторів з обертовим магнітним полем для перетворення числа фаз. Електротехнічні та комп'ютерні системи. - 2015. - № 19(95). - С. 111-114).

Покращені масогабаритні та енергетичні показники трансформатора з обертовим магнітним полем порівняно з планарними аналогами забезпечуються двополюсною електромагнітною системою. Однак така система характеризується значними вильотами та об'ємами міді лобових частин, тобто підвищеною металоємкістю, а розподілення обмоток з укладанням фазних елементарних котушок у пази ускладнює обмотково-ізоляційні роботи до рівня, притаманного обертовим електричним машинам.

Крім цього, у вказаних трансформаторах застосовуються трудомісткі у виготовленні зубчасті магнітопроводи зі значними, особливо в радіальних (циліндричних) електромагнітних системах, технологічними відходами електротехнічної сталі.

Ознаками названих аналогів, що співпадають з корисною моделлю, є наявність магнітопроводу з яремними ділянками та системи обмоткових котушок.

Також відомі різновиди конструкції трансформатора для перетворення числа фаз у співвідношенні $m_1/m_2=3/6$ зі стиковими магнітопроводами та згуртованими обмотковими котушками, один з яких прийнято за близький аналог (патент України № 88883, бюл. № 23, 2009 р.).

Різновиди названого перетворювача містять симетричні просторові магнітопроводи зі стрижневими та яремними ділянками і шестигранними симетричними елементами, складеними з пластин електротехнічної сталі, а також системи обмоткових котушок. Зазначені різновиди відрізняються витими та шихтованими яремними ділянками.

Вказані різновиди з пульсуючим магнітним полем, так само як і трансформатори з обертовим магнітним полем, характеризуються практичною симетрією фазних електрорушійних сил незалежно від особливостей з'єднання обмоткових котушок та характеру навантаження і відзначаються спрощеною технологією виготовлення, що зумовлено ідентичністю пластин стрижневих ділянок магнітопроводу.

Однак недоліками близького аналога є відсутність уніфікації, невідповідність просторового розташування стрижневих і яремних шарів сталі, а також необхідність ізолювання стикових поверхонь елементів магнітопроводу з технологічними зазорами.

Ознаками близького аналога, що співпадають з корисною моделлю, є те, що трансформаторний перетворювач числа фаз містить симетричний просторовий магнітопровід зі стрижневими та яремними ділянками і шестигранними симетричними елементами, складеними з пластин електротехнічної сталі, а також систему обмоткових котушок.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення трансформаторного перетворювача, в якому особливості конфігурації та сполучення пластин електротехнічної сталі забезпечують спрощення виготовлення магнітопроводу, а також зниження намагнічувального струму і втрат неробочого ходу.

Поставлена задача вирішується тим, що у трансформаторному перетворювачі трифазної системи струму в шестифазну, що містить симетричний просторовий магнітопровід зі стрижневими та яремними ділянками і шестигранними симетричними елементами, складеними з пластин електротехнічної сталі, а також систему обмоткових котушок, згідно з корисною моделлю, стрижневі та яремні ділянки сформовані з ідентичних пластин, площини яких у шестигранних елементах розташовані ортогонально до центральної осі магнітопроводу та утворюють стрижні і ярма, формуючи в цілому магнітопровід з плоскими торцевими та гранними боковими поверхнями, при цьому

площини граней елементів суміщені та розташовані під кутом 60° , а їх інші грані утворюють рівнобічний шестигранний внутрішній контур і багатогранний зовнішній контур магнітопроводу.

Для реалізації поставленої задачі елементи магнітопроводу можуть бути виконані:

- з паралелограмних пластин;
- з шевронних пластин.

Сукупність вказаних ознак, тобто виконання магнітопроводу таким чином, що стрижневі та яремні ділянки сформовані з ідентичних пластин, площини яких у шестигранних елементах розташовані ортогонально до центральної осі магнітопроводу та утворюють стрижні і ярма, формує в цілому магнітопровід з плоскими торцевими та граненими боковими поверхнями.

При цьому площини граней елементів суміщені та розташовані під кутом 60° , а їх інші грані утворюють рівнобічний шестигранний внутрішній контур і багатогранний зовнішній контур магнітопроводу.

Пластини в шестигранних елементах шихтовані вперепліт із косими стиками, що дозволяє спростити виготовлення магнітопроводу, а також знизити намагнічувальний струм і втрати неробочого ходу трансформатора.

Складання елементів магнітопроводу з паралелограмних пластин забезпечує мінімізацію об'єму кутових зон елементарних шарів трикутними ділянками шестигранних елементів.

В результаті зменшуються втрати від неспівпадіння текстури з напрямками силових ліній магнітного поля в кутах магнітопроводу при використанні анізотропної електротехнічної сталі.

Складання елементів магнітопроводу з шевронних пластин дозволяє формувати магнітопровід з ізотропної мікрокристалевої або аморфної сталі, причому внутрішні кути граней шестигранних елементів становлять 120° .

Це забезпечує більше заповнення обмоткових вікон міддю або алюмінієм та дає можливість визначати оптимальні співвідношення сторін шестигранників, що підвищує технологічність виготовлення та експлуатаційні показники трансформатора.

Корисна модель ілюструється кресленнями, що пояснюють конструктивні особливості різновидів активної частини трансформаторного перетворювача числа фаз з $m_1/m_2=3/6$.

На фіг. 1 і 2 зображено верхній та боковий види перетворювача з розрізами, що пояснюють суть конструкції.

На фіг. 3-6 показані схеми елементарних шарів і конфігурації пластин варіантів магнітопроводу.

На фіг. 7 наведено діаграму формування шестифазних електрорушійних сил вторинної обмотки.

Електромагнітна система (фіг. 1, 2) містить симетричний просторовий магнітопровід 1 з стрижнями 2 та яремними внутрішніми 3 і зовнішніми 4 ділянками і шестигранними симетричними елементами 5 (фіг. 3). Також магнітопровід 1 може складатися з шестигранних елементів 6 (фіг. 4).

Елементи 5 та 6 відрізняються трикутними та шестигранними отворами, які утворюють обмоткові вікна 7.

В обмоткових вікнах 7 елементів 5 (фіг. 3) розташована система трьох первинних трифазних 8 і шестифазних вторинних 9 згуртованих обмоткових котушок з конфігураціями і перерізами, що відповідають трикутним вікнам 7 (фіг. 1, 3).

Стрижневі 2 і яремні 3, 4 ділянки можуть бути сформовані з ідентичних паралелограмних пластин 10 (фіг. 3) або шевронних пластин 11 (фіг. 4). Площини пластин у елементах 5, 6 розташовані ортогонально до центральної осі О-О' магнітопроводу 1, утворюючи стрижні 2 та ярма 3, 4 і формуючи магнітопровід з плоскими торцевими та граненими боковими поверхнями. Площини граней елементів суміщені та розташовані під кутом 60° відносно осей котушок 9, а інші грані формують рівнобічний шестигранний внутрішній і вісімнадцятигранний зовнішній контур магнітопроводу.

Пластини 10 і 11 виконуються шляхом подовжнього (фіг. 5) або поперечного (фіг. 6) розділення прямокутних смуг 12, 13 з мінімальними відходами електротехнічної сталі.

При роботі трансформатора (фіг. 1, 2) котушки 8 первинної обмотки створюють трифазну систему магніторушійних сил, які пульсують по осях а, b, с (фіг. 7) і викликають магнітні потоки Φ_A , Φ_B , Φ_C , що замикаються в контурах елементів 5.

Потоки у суміжних пластинах 10 стрижневих ділянок 2 на осях d, i, f (фіг. 7) зсунуті по фазі на 120° , їх векторні підсумки Φ_{AB} , Φ_{BC} , Φ_{AC} ідентичні по амплітуді і зсунуті на 60° відносно фазних осей а, b, с.

Система потоків Φ_A , Φ_{AB} , Φ_B , Φ_{BC} , Φ_C , Φ_{AC} , що пульсують по осях а, i, b, f, c, d обмоткових котушок 9, індукуює у вторинній обмотці симетричні шестифазні електрорушійні сили.

Відносно близького аналога (фіг. 1-6) використання запропонованих технічних рішень забезпечує наступні ефекти:

- складання магнітопроводу з ідентичних пластин і практично безвідходний розкрій електротехнічної сталі дозволяють зменшити трудомісткість виготовлення просторового магнітопроводу перетворювального трансформатора приблизно вдвічі;
- вилучення технологічного стикового зазору між елементами магнітопроводу знижує намагнічувальний струм приблизно на 20 % та втрати неробочого ходу приблизно на 5 %.

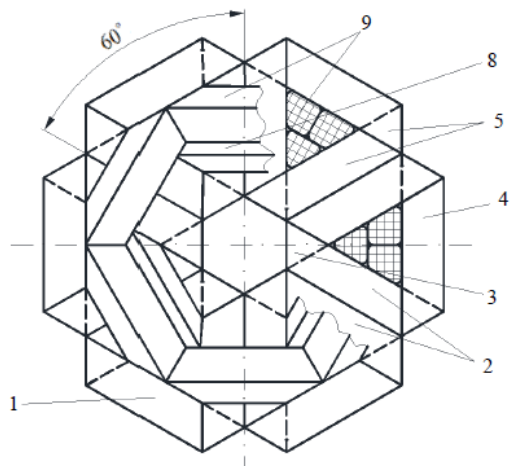


Fig. 1

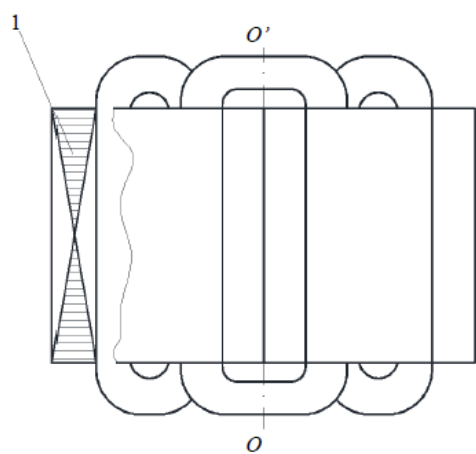


Fig. 2

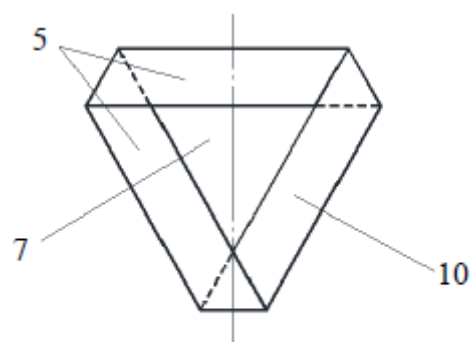
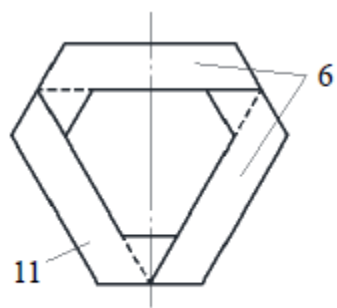
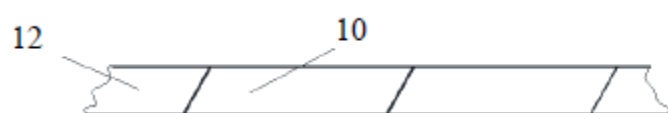


Fig. 3



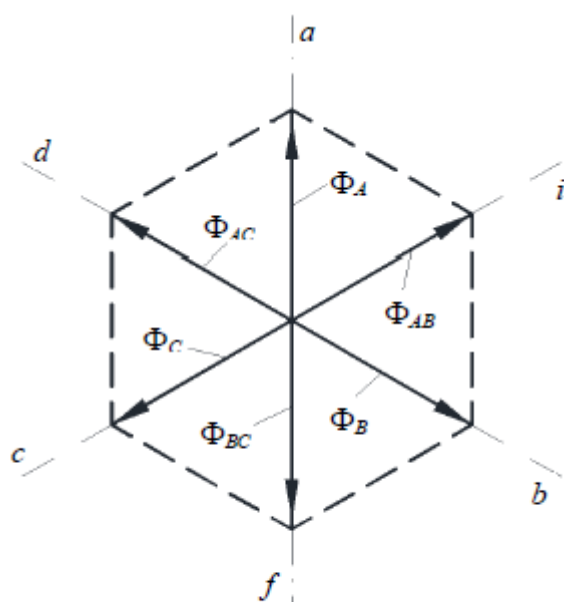
Φir. 4



Φir. 5



Φir. 6



Φir. 7