



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **155389** (13) **U**
(51) МПК
H01F 27/24 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

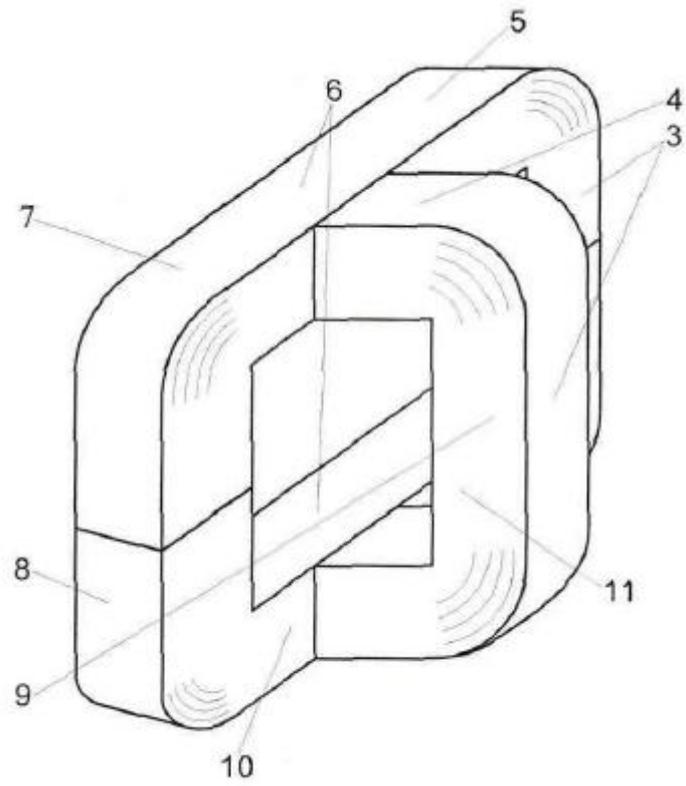
<p>(21) Номер заявки: u 2023 04569</p> <p>(22) Дата подання заявки: 27.09.2023</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 22.02.2024</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 21.02.2024, Бюл.№ 8</p>	<p>(72) Винахідник(и): Ставинський Андрій Андрійович (UA), Ставинський Ростислав Андрійович (UA), Циганов Олександр Миколайович (UA), Авдєєва Олена Андріївна (UA), Вахоніна Лариса Володимирівна (UA)</p> <p>(73) Володілець (володільці): МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, вул. Георгія Гонгадзе, 9, м. Миколаїв, 54008 (UA)</p>
--	--

(54) ТРИФАЗНИЙ СТИКОВИЙ МАГНІТОПРОВІД

(57) Реферат:

Трифазний стиковий магнітопровід містить стрижневі і яремні частини, що утворені спряженням ділянок поверхонь трьох С-подібних елементів з охоплюючих шарів електротехнічної сталі. При цьому два елементи розташовані боковими поверхнями в єдиній площині, а третій елемент розташований боковими поверхнями ортогонально площині двох інших елементів. Розташовані боковими поверхнями в єдиній площині елементи виконані з ізотропної сталі, а третій елемент виконаний з анізотропної сталі.

UA 155389 U



Фиг. 2

Корисна модель належить до галузі трансформаторобудування, може бути використана при виробництві трифазних трансформаторів і реакторів малої та середньої потужності з магнітопроводами, що містять охоплюючі шари електротехнічної сталі, і вирішує задачу покращення масогабаритних і енергетичних показників.

5 Відомо про планарну і просторову конструкції трифазних триконтурних магнітопроводів, що складені з трьох окремих секцій, які містять охоплюючі шари, що утворені навивкою плашмя стрічки електротехнічної сталі. Для можливості встановлення обмоткових котушок секції виконуються роз'ємними стиковими, тобто складаються з С-подібних елементів, які спрягаються в стрижневих або яремних частинах. Поверхні спряження виконуються одноплщинними, що
10 надає можливість їх суміжного шліфування і мінімізації технологічних стикових зазорів. В планарних магнітопроводах зовнішня секція охоплює дві однакові внутрішні секції з прямокутними внутрішніми контурами. В просторових магнітопроводах секції симетричні і розташовані по бокам трикутного контуру (Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учебн. пособие для вузов. - М.: Альянс, 2013. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - С. 51-57). Останнім часом
15 також застосовуються аналоги витих роздільних (розрізних) секцій вказаних магнітопроводів, в яких охоплюючі шари електротехнічної сталі формуються розділенням і вигином ділянок стрічки з довжинами, що змінюються. Відомим недоліком вказаних різновидів триконтурних магнітопроводів є 32...35 % додаткові втрати, які обумовлені викривленням (третіми гармоніками) контурних магнітних потоків. Викривлення синусоїдальної форми зміни зсунутих
20 по фазі контурних магнітних потоків обумовлено відсутністю магнітного зв'язку окремих секцій (контурів) магнітопроводу. В планарному варіанті додатково до наявних 32...35 % виникають 4-6 % втрати несиметрії магнітопроводу, які відсутні в просторовому виконанні. Ознаками вказаних аналогів, що співпадають з конструкцією корисної моделі, є наявність в магнітопроводі стрижневих і яремних частин, що утворені спряженням ділянок поверхонь С-подібних елементів
25 з охоплюючих шарів електротехнічної сталі.

Також відома конструкція трифазного стикового магнітопроводу (авторське свідоцтво СРСР № 1390648, опубл. в Б.И., 1988, № 15), яка прийнята за найближчий аналог. Така конструкція містить стрижневі і яремні частини, що утворені спряженням ділянок поверхонь трьох С-подібних елементів. Пара вказаних елементів утворюється косими розрізами під кутом 60° витої
30 заготовки з прямокутним внутрішнім контуром, що забезпечує складання структурно-симетричного просторового магнітопроводу за схемою "зірка". При складанні ділянки бокових поверхонь яремних частин спрягаються з поверхнями косих розрізів суміжних С-подібних елементів. Однак утворюються триплощинні стики С-подібних елементів, тому неможливо повне співпадіння стикованих поверхонь і забезпечення мінімальних технологічних зазорів.
35 Вказаний недолік обумовлений неминучими технологічними відхиленнями від 60° кутів поділу заготовок. Підвищується намагнічувальний струм і виникає фазна магнітна несиметрія, що викликає підвищення основних і додаткових втрат неробочого ходу. Крім цього, при застосуванні анізотропної сталі в вузлах "зірки", тобто в зонах стикових спряжень виникає повертання силових ліній магнітного поля відносно напрямів текстури шарів сталі при переході
40 магнітного потоку з одного С-подібного елемента в суміжні елементи. Іншим суттєвим недоліком є збільшення габаритного розміру і маси магнітопроводу, що обумовлено непаралельністю стінок обмоткових вікон і наявністю двох центральних вузлів спряження яремних частин з косими стиками. Це також суттєво підвищує втрати неробочого ходу. Знижуються коефіцієнт корисної дії і енергетичний коефіцієнт трансформатора з вказаним магнітопроводом. Ознаками
45 найближчого аналога, які співпадають з корисною моделлю, є те, що трифазний стиковий магнітопровід містить стрижневі і яремні частини, що утворені спряженням ділянок поверхонь трьох С-подібних елементів з охоплюючих шарів електротехнічної сталі.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення трифазного стикового магнітопроводу трифазного трансформатора або реактора, в якому певні особливості
50 розташування і сполучення складових частин призводять до зниження маси, підвищення компактності та покращення енергетичних характеристик.

Поставлена задача вирішується тим, що в трифазному стиковому магнітопроводі, який містить стрижневі і яремні частини, що утворені спряженням ділянок поверхонь трьох С-подібних елементів з охоплюючих шарів електротехнічної сталі, два елементи розташовані
55 боковими поверхнями в єдиній площині, а третій елемент розташований боковими поверхнями ортогонально площині двох інших елементів.

Розташовані боковими поверхнями в єдиній площині елементи виконані з ізотропної сталі, а третій елемент виконаний з анізотропної сталі.

Сукупність вказаних ознак, тобто виконання стикового магнітопроводу трифазного
60 трансформатора таким чином, що два елементи розташовані боковими поверхнями в єдиній

площині, а третій елемент розташований боковими поверхнями ортогонально площині двох інших елементів, утворює паралельність поверхонь обмоткових вікон і одноплощинність поверхонь спряження та мінімізацію стикових технологічних зазорів. Це призводить до покращення енергетичних і масогабаритних показників.

5 Виконання розташованих боковими поверхнями в єдиній площині елементів з ізотропної сталі і виконання третього елемента з анізотропної сталі усуває багатократне підвищення кутових втрат зон повертання магнітного потоку відносно напрямку текстури і дозволяє в певній мірі компенсувати часткову магнітну несиметрію заміни симетричної зірки найближчого аналога на Т-подібну просторову структуру. Це додатково знижує втрати.

10 Корисна модель ілюструється кресленнями, що пояснюють конструкцію стикового магнітопроводу трифазного трансформатора. На фіг. 1 зображена схема трифазної просторової електромагнітної системи з витим стиковим магнітопроводом в поперечному розрізі, а на фіг. 2 наведений загальний вигляд магнітопроводу системи (фіг. 1). Електромагнітна система містить магнітопровід 1 і сукупність обмоток 2. Магнітопровід 1 (фіг. 1) містить стрижневі 3, яремні 4, 5 і вузлові 6 частини, що утворені спряженням ділянок сукупних поверхонь С-подібних елементів 7, 8, 9 з охоплюючих шарів електротехнічної сталі (фіг. 2). Два однакові елементи 7, 8 розташовані боковими поверхнями 10 в єдиній площині, а третій елемент 9 розташований боковими поверхнями 11 ортогонально площині двох інших елементів 7, 8. Елементи 7, 8 виконані з ізотропної сталі, а третій елемент 9 виконаний з анізотропної сталі.

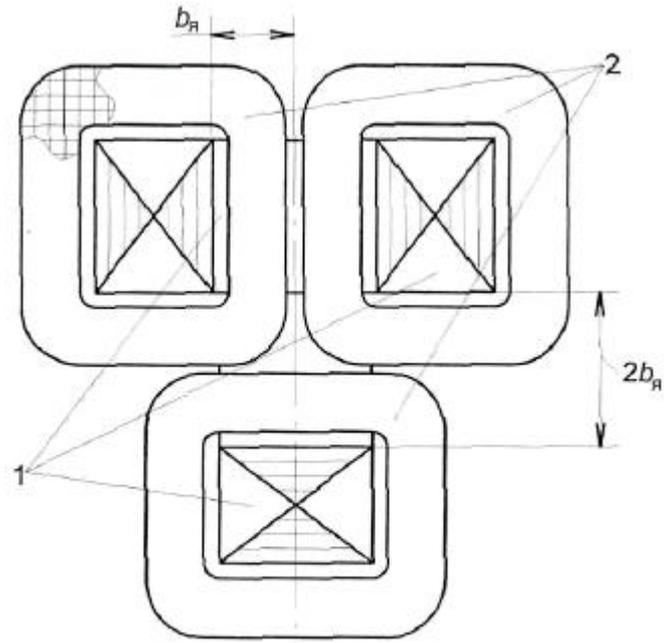
20 При роботі трансформатора або реактора з електромагнітною системою (фіг. 1) фазні (яремно-стрижневі) магнітні потоки замикаються крізь одноплощинні поверхні спряження елементів 7, 8, 9 з повертанням на 90° силових ліній поля в вузлових частинах 6. Ці поверхні шліфовані з одної установки і зводять до мінімуму стикові технологічні зазори. Завдяки виконанню елементів 7, 8 з ізотропної сталі силові лінії поля змінюють напрям на 90° при переході в елемент 9 з анізотропної сталі без підвищення питомих втрат. При цьому зменшення магнітного опору кращими магнітними властивостями вздовж текстури сталі елемента 9 компенсується підвищенням цього опору збільшеною довжиною $2b_{\text{я}}$ яремних частин 4 відносно довжини $b_{\text{я}}$ яремних частин 5 елементів 7, 8. Таким чином досягається певне симетризування і зниження основних і додаткових втрат системи (фіг. 1) з магнітопроводом (фіг. 2).

30 Відносно найближчого аналога, завдяки паралельності стінок обмоткових вікон на 5...8 % знижується маса і на 4...6 % знижуються габаритні розміри електромагнітної системи (фіг. 1) з магнітопроводом (фіг. 2) та при зниженій масі і мінімізації стикових технологічних зазорів на 1...2 % підвищується коефіцієнт корисної дії трансформатора з вказаним магнітопроводом.

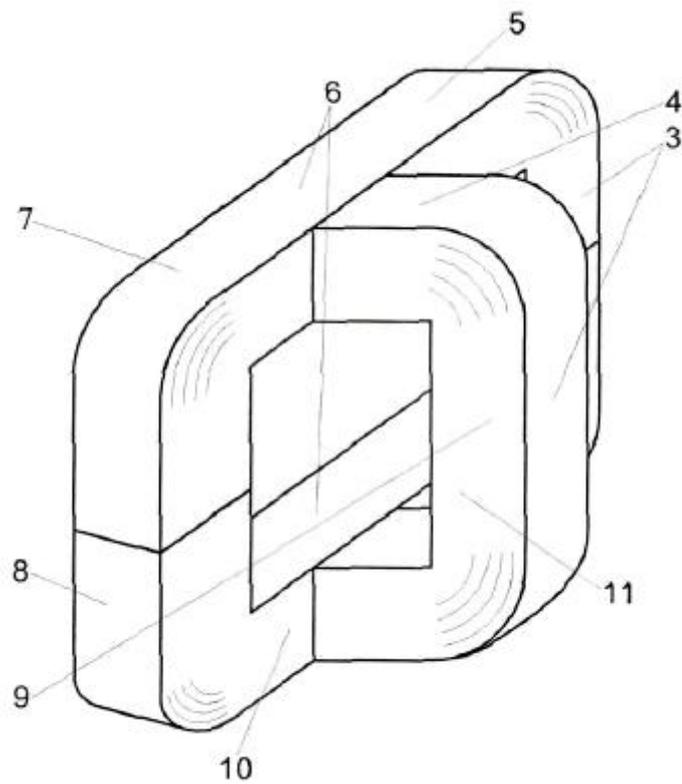
35 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

1. Трифазний стиковий магнітопровід, який містить стрижневі і яремні частини, що утворені спряженням ділянок поверхонь трьох С-подібних елементів з охоплюючих шарів електротехнічної сталі, який **відрізняється** тим, що два елементи розташовані боковими поверхнями в єдиній площині, а третій елемент розташований боковими поверхнями ортогонально площині двох інших елементів.

40 2. Трифазний стиковий магнітопровід за п. 1, який **відрізняється** тим, що розташовані боковими поверхнями в єдиній площині елементи виконані з ізотропної сталі, а третій елемент виконаний з анізотропної сталі.



Фиг. 1



Фиг. 2