



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **38596** (13) **U**
(51) МПК (2006)
H01F 27/10

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СТАТИЧНИЙ ІНДУКЦІЙНИЙ ПРИСТРІЙ

1

2

(21) u200809424

(22) 18.07.2008

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) СТАВИНСЬКИЙ АНДРІЙ АНДРІЙОВИЧ, UA,
СТАВИНСЬКИЙ РОСТИСЛАВ АНДРІЙОВИЧ, UA,
ТИЩЕНКО ІВАН ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕ-
БУДУВАННЯ ІМЕНІ АДМІРАЛА МАКАРОВА, UA

(57) 1. Статичний індукційний пристрій, що містить обмотку і просторовий магнітопровід у вигляді розподілених по колу котушок і стрижнів, що замкнені ярмами зі створенням порожнин на осі ярма, а також елементи, що пресують магнітопровід, бак з холодоагентом і охолоджувачами, який відрізняється тим, що пресуючі елементи вико-

нані трубчатими і зістиковані на осі ярма зі створенням колекторів холодоагенту та з'єднані з охолоджувачами бака.

2. Статичний індукційний пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що елементи, які пресують магнітопровід, і колектор виконані з швелерів, що зістиковані виступами, а торцеві частини колекторів створені скошеними кінцівками встановлений індукційний пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що у порожнину і колектор, наприклад нижнього ярма, вбудований електронасос.

4. Статичний індукційний пристрій за пп. 1-3, який відрізняється тим, що між електронасосом і внутрішнім контуром нижнього ярма встановлено перегородку, а колектор містить центральний отвір.

Корисна модель відноситься до трансформаторобудування і може бути використана при виробництві багатофазних трансформаторів та реакторів і вирішує задачу поліпшення масогабаритних та енергетичних показників елементів системи охолодження, а також підвищення ефективності охолодження статичних індукційних пристроїв з просторовими магнітопроводами.

Відомо про конструкцію трифазного трансформатора, який містить обмотку і планарний магнітопровід у вигляді котушок осі яких розташовані у одній площині і стрижнів, що замкнені ярмами, а також елементи, що пресують магнітопровід, зачинений бак з холодоагентом - трансформаторним маслом і охолоджувачами, наприклад трубчатими радіаторами. Для підвищення ефективності охолодження циркуляція холодоагенту підсилюється електронасосами, які вбудовані в маслопроводи, що з'єднують бак трансформатора з охолоджувачами [Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов: Учеб. пособие для вузов. - 5-е изд. перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - с.58-60, 417-419]. Особливістю конструкції є нерівномірність розподілу теплового поля трансформатора (погіршені умови охолодження котушок обмотки на середньому стрижні), а також підвищені витрати енергії на перекачку холодоагенту, що обумовлено несиметрією магнітопровода в радіальному напрямку та наявністю окремих електронасосів у кожному

охолоджувачі. Централізована система нагнітання холодоагенту, що містить один магістральний електронасос з двигуном підвищеної потужності та більшими значеннями ККД і $\cos\phi$, є менш ефективною, ніж система відокремленого охолодження, у зв'язку з несиметричністю активної і конструктивної частин плечарного трансформатора у радіальному напрямку. Магнітна несиметрія та з'єднання стрижнів «зіркою» також підвищують масогабаритні показники трансформатора з планарним магнітопроводом. Ознаками вказаної конструкції, що співпадають з пропозицією, є наявність обмотки і магнітопроводу у вигляді котушок і стрижнів, що замкнені ярмами, а також елементів, що пресують магнітопровід, та бака з холодоагентом і охолоджувачами, наприклад радіаторами.

Також відомо про конструкцію статичного індукційного пристрою - трифазного трансформатора з симетричною електромагнітною системою [Костенко М.П., Пиотровский Л.М. Электрические машины. В 2-х ч. ч.1 - Машины постоянного тока. Трансформаторы. Учебник для студентов высш. техн. учебн. заведений. Изд. 3-е переработ. - Л.: Энергия, 1972. - с.346, 347], яку прийнято за прототип. Вказаний трансформатор містить обмотку і просторовий магнітопровід у вигляді розподілених по колу котушок і стрижнів, що замкнені ярмами зі створенням порожнин на осі ярма, а також елементи, що пресують магнітопровід, бак з холодоагентом

(13) **U**(11) **38596**(19) **UA**

том і охолоджувачами, наприклад радіаторами. Перевагою вказаного пристрою є просторова симетричність магнітопроводу та використання замкнених по колу ярм, тобто з'єднання стрижнів «трикутником». Це зменшує масу ярм та втрати у сталі, тобто поліпшує масогабаритні і енергетичні показники. Однак недоліком подібної електромагнітної системи є радіальна нерівномірність розподілу теплового поля і підвищений нагрів провідників в зоні внутрішнього контуру обмотки на осі ярм. Це пов'язано з тим, що загальна площа поверхонь охолодження і об'єм холодогенту в зоні зовнішнього контуру обмотки (внутрішніх поверхонь бака) значно перевищує площину поверхонь охолодження симетричної активної частини в зоні центральної осі. Ознаками прототипу, що співпадають з конструкцією пропозиції, є наявність обмотки і просторового магнітопроводу у вигляді розподілених за колом котушок і стрижнів, що замкнені ярмами зі створенням порожнин на осі ярм, а також елементів, що пресують магнітопровід, та бака з холодогентом і охолоджувачами, наприклад радіаторами.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення статичного індукційного пристрою, у якому зміна конструкції елементів, що пресують магнітопровід, і зміна конструкції системи охолодження забезпечила спрощення вказаної системи та поліпшення енергетичних і масогабаритних показників її елементів, а також підвищення ефективності охолодження.

Поставлена задача вирішується тим, що у статичному індукційному пристрої, який містить обмотку і просторовий магнітопровід у вигляді розподілених по колу котушок і стрижнів, що замкнені ярмами, зі створенням порожнин на осі ярм, а також елементи, що пресують магнітопровід, бак з холодогентом і охолоджувачами, пресуючі елементи виконані трубчатими і зістиковані на осі ярм зі створенням колекторів холодогенту та з'єднані з охолоджувачами бака.

Елементи, які пресують магнітопровід а також колектор, виконані з швелерів, що зістиковані виступами, а торцеві частини колекторів створені скошеними кінцівками швелерів.

У порожнину і колектор, наприклад нижнього ярма, вбудований електронасос.

Між електронасосом і внутрішнім контуром нижнього ярма встановлено перегородку, а колектор містить центральний отвір.

Сукупність вказаних ознак, тобто виконання пресуючих елементів трубчатими і зістикованими на осі ярм зі створенням колекторів холодогенту та з'єднаними з охолоджувачами бака, забезпечує конвективну циркуляцію холодогенту через зону внутрішніх контурів обмотки і магнітопровода та зовнішні охолоджувачі, що підвищує ефективність охолодження.

Виконання статичного індукційного пристрою таким чином, що елементи, які пресують магнітопровід, виконані з швелерів, що зістиковані виступами, а торцеві частини колекторів створені кінцівками швелерів, що скошені, спрощує та знижує вартість системи охолодження.

Виконання статичного індукційного пристрою таким чином, що у порожнину і колектор, наприклад нижнього ярма, вбудований електронасос, забезпечує інтенсифікацію охолодження примусовою циркуляцією холодогенту крізь зону внутрішніх контурів обмотки і магнітопровода і поліпшує масогабаритні і енергетичні показники елементів системи охолодження і статичного індукційного пристрою у цілому.

Встановлення між електронасосом і внутрішнім контуром нижнього ярма перегородки та наявність в нижньому колекторі центрального отвору додатково інтенсифікує охолодження примусовою циркуляцією холодогенту крізь зону між зовнішніми контурами магнітопровода і обмотки та внутрішніми поверхнями бака.

Ефективність охолодження підвищується на основі зменшення різниці максимальної і мінімальної температур зон внутрішнього і зовнішнього контурів обмотки при конвективній циркуляції холодогенту. Спрощення та зниження вартості системи охолодження забезпечується створенням елементів системи охолодження (колектора холодогенту та труб його зв'язку з радіаторами), які також є елементами, що пресують магнітопровід, із єдиного певного типорозміру стандартного сталевих прокату з незначними відходами механічної обробки. Поліпшення масогабаритних і енергетичних показників елементів системи охолодження і статичного індукційного пристрою у цілому досягається примусовою циркуляцією холодогенту таким чином, що замість 6...10 електродвигунів малої потужності приводу електронасосів кожного з охолоджувачів використовується один більш потужний електродвигун приводу центрального електронасоса. На основі технічних рішень корисної моделі максимальна температура обмотки зменшується, відносно її середньої температури, на 4°...7°.

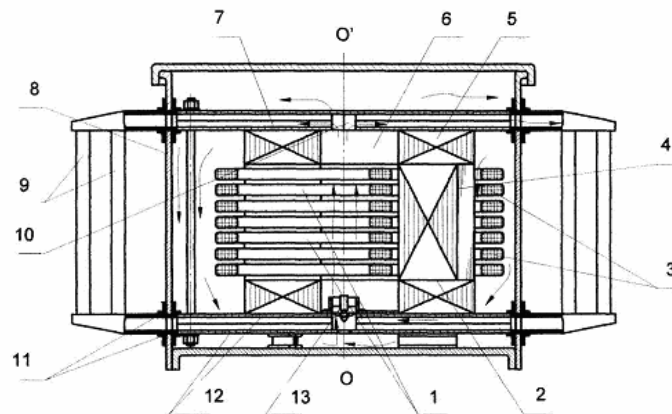
Корисна модель ілюструється кресленнями з розрізами і елементами, що пояснюють сутність конструкції. На Фіг.1. схематично, без навісних елементів будови, зображено загальний вид з поперечним розрізом статичного індукційного пристрою - трифазного трансформатора з просторовою електромагнітною системою, а на Фіг.2. - його вид зверху зі знятою кришкою бака та місцевими розрізами. Фіг.3, 4. пояснюють будову елементів системи охолодження трансформатора (Фіг.1, 2).

Трансформатор містить обмотку 1 і просторовий магнітопровід 2 у вигляді розподілених по колу котушок 3 і стрижнів 4, що замкнені ярмами 5 зі створенням порожнин 6 на осі 00' ярм 5 по центру кола, а також елементи 7, що пресують магнітопровід 2, бак 8 з холодогентом (трансформаторне масло, елегаз...) і охолоджувачами, наприклад радіаторами 9. Пресуючі елементи 7 виконані трубчатими і зістиковані на осі 00' ярм 5 зі створенням колекторів 10 холодогенту та з'єднані муфтами 11 з охолоджувачами 9 бака 8. Трубчаті ярмні балки 7, що пресують магнітопровід 2 і колектор 10, виконані з швелерів 12, що зістиковані виступами 13 (Фіг.3), а торцеві частини 14 колекторів 10 створені скошеними кінцівками 15 швелерів 12. У порожнину 6 і колектор 10 нижнього ярма

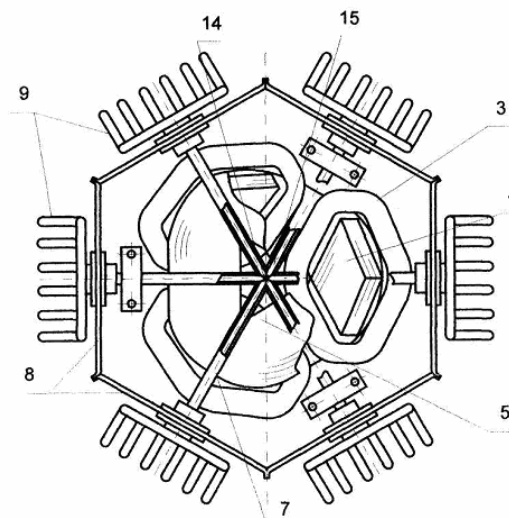
5 (Фіг.4) вбудовано електронасос 16. Між електро-насосом 16 та внутрішнім контуром нижнього яра 5 встановлено перегородку 17, а колектор 10 містить центральний отвір 18.

При роботі трансформатора частина теплової енергії втрат обмотки 1 і магнітопровода 2 передається холодогенту і виводиться до навколишнього середовища стінками бака 8 і радіаторами 9. Значення температури обмотки 1 і холодогенту є максимальними у частині котушок 3 в зоні порожнини 6 верхнього яра 5 трансформатора. Стикування кінцівок 15 пресуючих елементів (яремних балок) 7 зі створенням колекторів 10 та з'єднання вказаних елементів 7 з радіаторами 9 створює конвекційний рух холодагенту крізь внутрішні порожнини 6 ярем 6 та обмотки 1, трубчаті елементи 7 і радіатори 9, що зменшує максимальне і середнє значення температур обмотки 1. При цьому поєднання функцій пресуючих елементів - яремних балок 7 - з функціями трубопроводів системи охолодження спрощує конструктивну частину трансформатора. Циркуля-

ція холодогенту за напрямком осі 00' у порожнинах 6 та зовнішніх радіаторах 9 підсилюється електронасосом 16. Наявність між електронасосом 16 і внутрішнім контуром нижнього яра 5 перегородки 17 та отвору 18 у нижньому колекторі 10 забезпечує додаткове поліпшення охолодження інтенсифікацією циркуляції холодогента за контурами: внутрішні порожнини 6 - простір між внутрішніми поверхнями бака 8 та зовнішніми поверхнями обмотки 1 і магнітопровода 2. При цьому, наприклад в трансформаторах потужністю 10000...16000кВ·А, замість 6..10 масляних електронасосів з електродвигунами потужністю (0,18...0,25)кВт, що мають ККД 0,64...0,67, використовується один електронасос з електродвигуном потужністю (1,1...2,2)кВт. Цей двигун має ККД 0,75...0,85 та масогабаритні показники, що складають (20...30)% від сукупних значень масогабаритних показників групи електродвигунів традиційної системи примусового охолодження трансформатора.



Фіг. 1



Фіг. 2

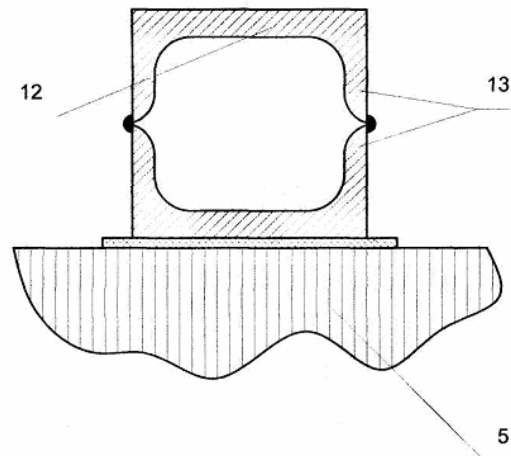


Fig. 3

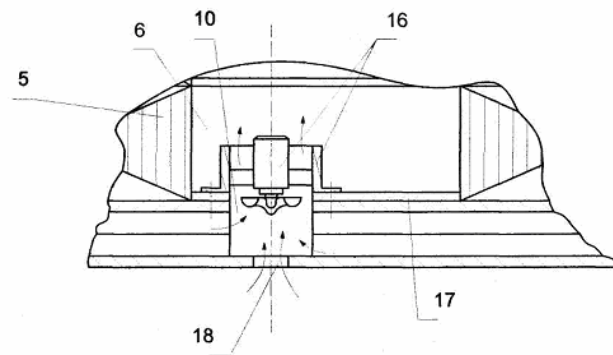


Fig. 4