



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39251 (13) A

(51) 6 H01G41/02, H02K15/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТУВАННЯ МАГНІТОПРОВОДА

(21) 98020904

(22) 20.02.1998

(24) 15.06.2001

(33) UA

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Ставинський Андрій Андрійович, Ставинський
Ростислав Андрійович(73) Український державний морський технічний
університет(57) Спосіб виготовлення магнітопровода, який
включає навивку із стрічки електротехнічної сталі

кільцевого ярма, а також навивку кільцевої заготовки зі скріпленням витків між собою і наступну її розрізку по висоті на m скріплюваних з ярмом елементів, який **відрізняється** тим, що ярмо навивають на $2m$ -гранну оправку, заготовку навивають на m -гранну оправку зі скругленими вершинами і величиною кожної грані, рівною грані ярма на стику з елементом, а заготовку розрізають по осях вершин граней.

Винахід відноситься до технології трансформаторобудування та електромашинобудування і вирішує задачу зниження металоємності активної частини при забезпеченні маловідходності виробництва магнітопроводів трифазних трансформаторів малої потужності і аксіальних мікромашин.

Відомий спосіб виготовлення симетричного просторового магнітопровода трифазного трансформатора вимагає навивку кільцевих ярм із стрічки електротехнічної сталі, виконання стрижнів, стиковку та закріплення стрижнів та ярм (див.: Тихомиров П.М. Расчет трансформаторов. - М.: Энергия, 1976. - С. 56, 79, 74, 358). Три стрижня трансформатора розташовують між торцями ярм під кутом 120° . Кожний із стрижнів набирають із пакетів різноманітної ширини, які складаються із плоских листів електротехнічної сталі, або утворюють набором евольвентно вигнутих листів. Обидва способи збірки у ідеалі передбачають форму поперечного перерізу у вигляді круга, що забезпечує зниження середньої довжини витків фаз. Практично переріз стрижнів із набору пакетів різноманітної товщини ступінчато, а стрижні із евольвентно вигнутих пластин мають центральний технологічний отвір. Вказані особливості підвищують середні діаметри та масу обмоток. При цьому зовнішній контур стрижнів у вигляді кола обумовлює низький коефіцієнт заповнення провідниковим матеріалом об'єму обмоткового вікна між стрижнями, що збільшує масу ярма. Вказаний спосіб застосовується при виготовленні потужних трансформаторів і по причині високої трудоемності не використовується при виробництві малих трансформаторів.

Із а.с. № 1451812, кл. H02K15/02 відомий спосіб виготовлення магнітопровода аксіальної електромашини. Вказаний спосіб прийнято за прототип. Загальними ознаками прототипу та способу за винаходом є навивка із стрічки електротехнічної сталі кільцевого ярма, а також навивка кільцевої заготовки з скріпленням витків між собою та її подальша розрізка по висоті на m скріплюваних з ярмом елементів (зубців). Цей спосіб вирішує задачу отримання пазів постійного перерізу між зубцями магнітопровода при мінімальному об'ємі відходів електротехнічної сталі, до яких входять відходи шліфовки торців ярм і заготовки, та відходи порізки заготовки, обумовлені шириною ріжучого інструмента, яка значно менша ширини западини між зубцями. Однак недоліки використання цього способу стосовно до виготовлення магнітопроводів з малим m , а точніше - магнітопроводів трифазних симетричних трансформаторів малої потужності ($m=3$) і аксіальних мікромашин ($m=4, 6$) є збільшена металоємність активної частини із-за незбігу радіусів ярма на зовнішньому і внутрішньому діаметрах магнітопровода. Вказаний незбіг обумовлений меншим діаметром заготовки зубців відносно діаметра ярма. Його результатом є наявність недовикористовуваних витків сталі на зовнішньому і внутрішньому діаметрах ярма і ускладнення фіксації елементів на ярмі.

В основу винаходу покладена задача удосконалення способу виробництва стикового магнітопровода, у якому нове сполучення технологічних операцій і особливостей оснастки забезпечує мінімальну масу, металоємність і трудоемність виробництва трифазних трансформаторів малої потужності і аксіальних мікромашин з малим m .

(19) UA (11) 39251 (13) A

Поставлена задача вирішується тим, що у способі виготовлення магнітопроводу, до якого входить навивка із стрічки електротехнічної сталі кільцевого ярма, а також навивка кільцевої заготовки зі скріпленням витків між собою і наступне її розрізання по висоті на m скріплюваних з ярмом елементів, згідно з винаходом, ярмо навивають на 2 m -грану оправку, заготовку навивають на m грану оправку зі скругленими вершинами і величиною кожної грані, рівної грані ярма на стику з елементом, а заготовку розрізають по осях вершин граней.

Сполучення технологічних операцій виготовлення магнітопроводу і особливостей оснастки, які заключаються у навивці ярма на 2 m -грану оправку і навивці заготовки для нарізки елементів на m -грану оправку зі скругленими вершинами і величиною кожної грані, рівної грані ярма на стику з елементом, а також розрізки заготовки по осях вершин граней, дозволяє отримати просторові магнітопроводи трифазних трансформаторів малої потужності ($m=3$) і аксіальних мікромашин ($m=4, 6$) з поліпшеними масогабаритними показниками і зниженою металоємністю, обумовленими максимальним коефіцієнтом заповнення простору між елементами обмотковими матеріалами і мінімальними довжинами замикання силових ліній поля у ярмі. Металоємність знижується шляхом усування недовикористаних витків сталі на зовнішньому та внутрішньому діаметрах ярма при технологічному забезпеченні збігу конфігурацій сполучених ділянок магнітопроводу. Наприклад, матеріалоємність трифазних трансформаторів малої потужності знижується на 15-30%. Підвищується якість і спрощується процес виготовлення магнітопроводів у зв'язку з вказаною відповідністю конфігурацій ярма і скріплюваних з ним елементів в місцях їх зіткнення.

Суть винаходу пояснюється кресленнями. На фіг. 1 зображено вигляд перпендикулярно площині ярма симетричного просторового магнітопроводу трифазного трансформатора малої потужності. На фіг. 2 зображено поздовжній розріз вказаного магнітопроводу. Креслення, представлені на фіг. 2 та фіг. 3, пояснюють особливості реалізації заявленого способу виготовлення магнітопроводу і технологічної оснастки.

Магнітопровід (фіг. 1, 2) має два ідентичних ярма і три ідентичних стрижня 2, розташованих між торцями ярм 1. На стрижні 2 одягають обмоткові котушки фаз 3 (одна із фаз зображена пунктиром на фіг. 1) первинної і вторинної напруг.

Виготовлення магнітопроводу проходить у наступній послідовності. Кожне з ярм 1 навивають плашмя із стрічки електротехнічної сталі у вигляді спірального пакету шириною b_n (фіг. 3) на оправку з перерізом, який має форму симетричного шестигранника. При цьому зовнішній контур пакета ярма приймає шестигранну форму зі скругленими радіу-

сом R_a вершинами граней. Радіус R_a визначається виразом:

$$R_a = n\delta_c + r_0$$

де n - число витків електротехнічної сталі пакета ярма 1; δ_c - товщина стрічки електротехнічної сталі; r_0 - радіус скруглення грані оправки 6,

$$r_0 \geq \delta_c = 0,15 \dots 0,5 \text{ мм.}$$

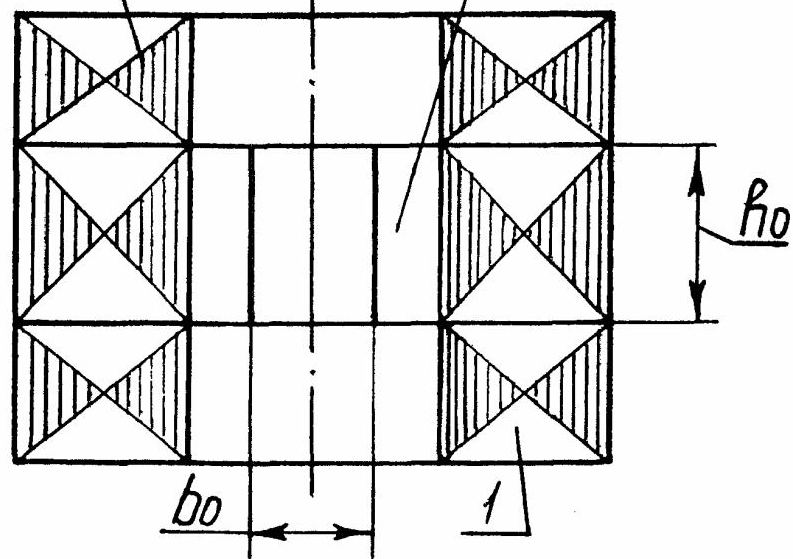
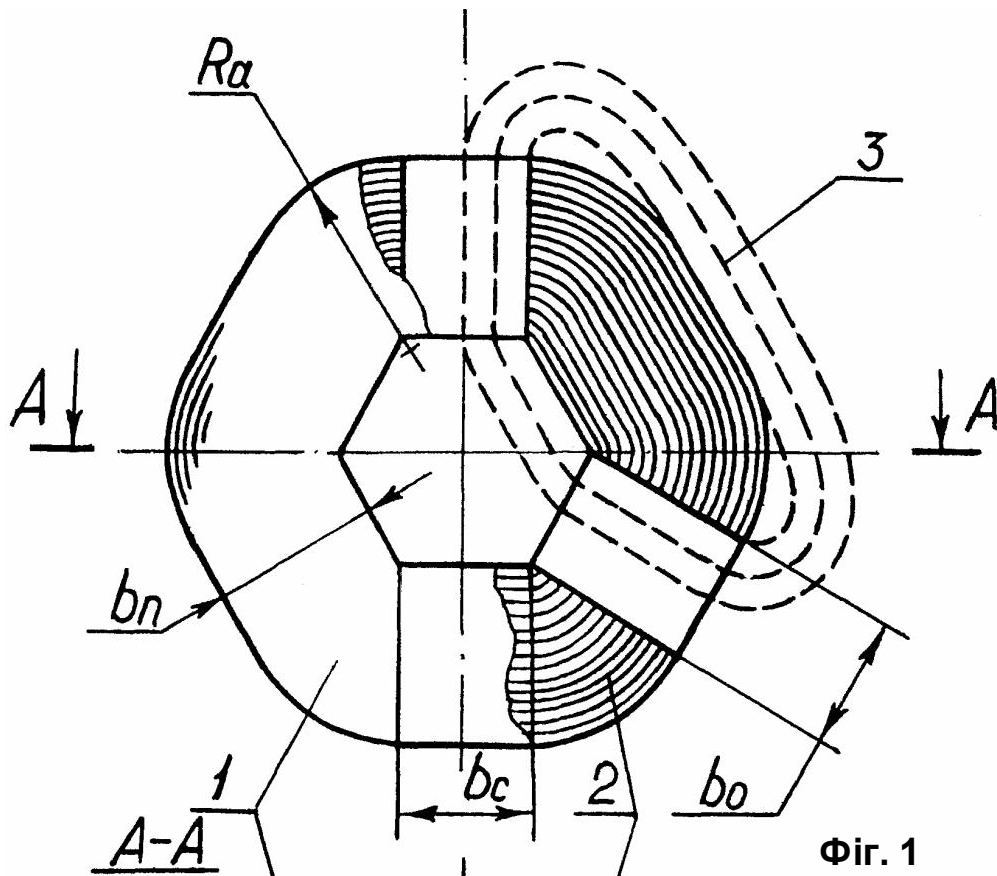
Для виготовлення стрижнів 2 із стрічки сталі також навивають плашмя у вигляді спірального пакету шириною b_n (фіг. 4) заготовку 5. Вказану заготовку 5 для нарізки стрижнів 2 навивають на технологічну оправку 6 з формою переріза у вигляді правильного трикутника зі скругленими радіусами r_0 вершинами граней шириною b_c між скругленнями, рівної ширині грані ярма і на стику зі стрижнем 2. Заготовка 5 приймає при намотці тригранну форму рівностороннього трикутника зі скругленими аналогічно ярму 1 радіусами R_a вершинами. Витки стрічки заготовки 5 скріплюються між собою, наприклад способом вакуумного проживлення епоксидним компаундом з послідуною гарячою сушкою. Потім заготовку 5 рівномірно розрізають по її висоті h_0 (фіг. 2), що визначається сумарною висотою обмоткового вікна розташування котушок фаз і їх ізоляцією. Розрізку заготовки 5 виконують по осях вершин граней (середнім лініям закруглень), що відстоять один від одного на 120° (фіг. 4). Інструментом для порізки заготовки 5 служить нитка електрода електроерозійного приладу, алмазний диск або фреза (на кресленнях не показаний) шириною b_n (фіг. 4), який відповідає умові:

$$b_0 \gg b_n \geq \delta_c,$$

де b_0 - ширина обмоткового вікна трансформатора (фіг. 1).

Стиковані торцеві поверхні ярм, а також торцеві поверхні заготовки 5 перед порізкою шліфують. Стрижні 2 за допомогою технологічного шаблону-оправки (на кресленнях не зображено) фіксують на одному з ярм 1 і з'єднують з ним, наприклад способом склеювання. При цьому між стрижнями 2 виникають обмоткові вікна 7 шириною b_0 (фіг. 2) з паралельними стінками для влаштування котушок фаз.

Відміні ознаки запропонованого способу виготовлення магнітопроводу забезпечують збіг ділянок контурів m елементів 2 між площинами розрізів заготовки 5 з відповідними ділянками зовнішнього та внутрішнього контурів ярм 1 при обмоткових вікнах з паралельними стінками між елементами. Описаний технологічний процес гарантує конструктивні особливості магнітопроводу, обумовлюючи максимальний коефіцієнт заповнення сталлю площини внутрішнього контуру кожної фази 3, максимальний коефіцієнт заповнення обмотковим матеріалом простору між елементами 2 і мінімальну довжину замикання силових ліній магнітного поля в магнітопроводі. Забезпечується можливість виробництва трифазних трансформаторів малої потужності, аксіальних мікромашин з малим m з підвищеним технічним рівнем.



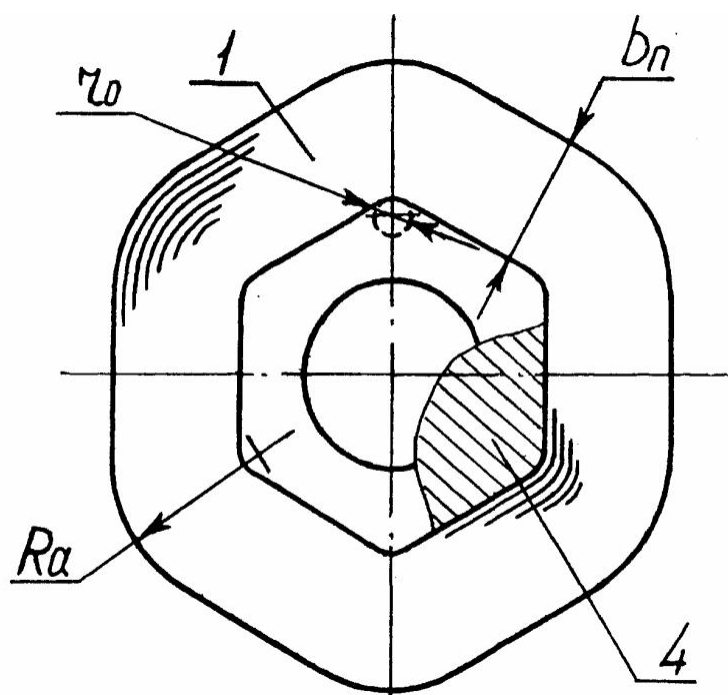


Fig. 3

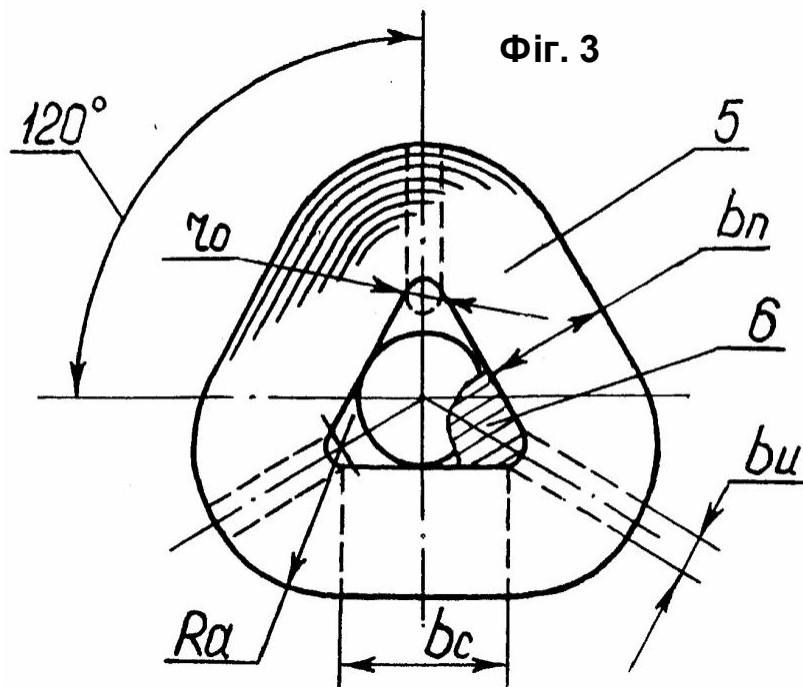


Fig. 4

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
(044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
(044) 268-25-22