



УКРАЇНА

(19) UA (11) 31241 (13) A

(51) 6 H02K17/42

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) АСИНХРОННИЙ ОДНОФАЗНИЙ САМОЗБУДНИЙ ГЕНЕРАТОР

(21) 98074012

(22) 22.07.1998

(24) 15.12.2000

(33) UA

(46) 15.12.2000, Бюл. № 7, 2000 р.

(72) Лапцевич Фелікс Феліксович

(73) АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО "СКБ УКРЕЛЕКТРОМАШ"

(57) 1. Асинхронний однофазний самозбудний генератор, що містить магнітопроводи статора, у пазах якого встановлена якорна обмотка та обмотка збудження, і ротора, набраного з листів холоднокатаної електротехнічної сталі, що мають пази під обмотку, який **відрізняється** тим, що спом'януті пази ротора у діапазоні $\pm\pi/6$ радіан до напрямку

прокату, виконані із висотою $h_z(\gamma)$, яка визначається по співвідношенню:

$$h_z(\gamma) = h_{z\pi/3} + h_{a\pi/3} \cdot (0,15 \div 0,155) \gamma / (0,667 + 0,15 \gamma),$$

де γ - кут відносно напрямку прокату,

$h_{z\pi/3}$, $h_{a\pi/3}$ - висота зубців та ярма ротора у перетинах з мінімальною магнітною проникністю.

2. Асинхронний однофазний самозбудний генератор по п. 1, який **відрізняється** тим, що у листах ротора симетрично впоперек напрямку прокату виконані посадочні шліці.

3. Асинхронний однофазний самозбудний генератор по п. 1, 2, який **відрізняється** тим, що у пазах ротора, які мають більшу у порівнянні з іншими висоту, встановлена, по меншій мірі, одна пара стрижнів з магнітотвердого матеріалу із кроком різним кроку полюсного ділення.

Цей винахід відноситься до області електромашинобудування, зв'язаної із виробництвом електричних машин малої та середньої потужності, і може бути ефективно використаний при створенні автономних бензоелектричних пересувних установок із змінною частотою обертів первинного теплового двигуна та заданою частотою на виході установки.

Відомі асинхронні генератори із самозбудженням (див. книгу Вольдека А.І. Електричні машини. - Л.: Енергія, 1974. - С. 590-592), що містять магнітопроводи статора та ротора із встановленими в їхніх пазах обмотками, а також підключені паралельно якорній обмотці групи конденсаторів, що дозволяє при певних умовах забезпечувати самозбудження.

Недоліком спом'янутих відомих асинхронних генераторів із самозбудженням є їх низька перевантажувальна спроможність та недостатня стабільність зовнішніх характеристик, що вимагає застосування спеціальних стабілізуючих приладів, які ускладнюють конструкцію автономної електроенергетичної установки в цілому та знижують надійність її роботи.

Відомий по а.с. СРСР №134320, кл. 21 d², 6₀₂, опубл. 16.02.1961, асинхронний генератор, що містить магнітопровід статора із встановленою в його пазах якорною обмоткою, до якої підключена нерегульована група конденсаторів, включена через опори на фазні виходи генератора, та трансфор-

матори струму, вторинні обмотки яких під'єднані паралельно регульованим опорам, а також магнітопровід ротора, набраний з листів електротехнічної сталі, які мають пази під обмотку ротора.

Недоліком відомого по а.с. СРСР № 134320 технічного рішення є наявність у ньому трансформаторів струму і втрати потужності на опорах, що знижує енергетичні показники асинхронного генератора, знижує жорсткість його зовнішньої характеристики та перевантажувальну спроможність, не дозволяє плавно регулювати реактивний струм у залежності від навантаження і погіршує його вагогабаритні показники.

Більш ефективним у порівнянні з розглянутим у частині регулювання реактивного струму у залежності від навантаження є відомий по а.с. СРСР № 161384, кл. 21 d², 6₀₂, опубл. 01.07.1964, асинхронний генератор, що містить магнітопровід статора із встановленою в його пазах якорною обмоткою, до якої підключена система конденсаторного або конденсаторно-дросельного збудження, що використовує для плавного регулювання реактивного струму у залежності від навантаження управляючи діоди (тиристори), включені зустрічно-паралельно у фази додаткової групи конденсаторів або дроселя насичення, а також магнітопровід ротора, набраний з листів електротехнічної сталі, які мають пази під обмотку ротора.

Недоліком відомого по а.с. СРСР № 161384 асинхронного генератора є те, що при роботі сис-

(19) UA (11) 31241 (13) A

теми у широкому діапазоні частот оберту вимагається й широкий діапазон кутів управління тиристорів, що призводить до необхідності збільшувати ємності пристрою збудження, знижує надійність самозбудження і погіршує його вагогабаритні показники.

Узагальненою причиною недоліків розглянутих вище відомих технічних рішень є те, що вирішення проблем підвищення надійності самозбудження, стабілізації вихідної напруги та підвищення переважувальної спроможності відомих асинхронних генераторів із самозбудженням пропонувалося за рахунок їхнього оснащення додатковими приладами, що й призводило як до зниження енергетичних показників, так і до погіршення вагогабаритних показників.

Найбільш близьким по технічній суттєвості та кількості співпадаючих ознак є відоме по а.с. СРСР № 797000, кл. H02K17/42, опубл. 15.01.1981, технічне рішення, у якому зменшення вагогабаритних показників та спрощення асинхронного самозбудного генератора досягнуте, у основному, за рахунок оптимізації його параметрів. Тому технічне рішення по а.с. СРСР № 797000, кл. H02K17/42, й було прийняте нами за прототип.

У відповідності із прототипом асинхронний однофазний самозбудний генератор містить магнітопроводи статора, у пазах якого встановлена якірна обмотка та обмотка збудження, і ротора, набраного з листів електротехнічної сталі, що мають пази під обмотку, при цьому паралельно якірній обмотці підключені конденсатори, а у більші магнітопроводи статора виконані прямокутні пази.

Недоліком відомого по а.с. СРСР № 797000 технічного рішення є низька переважувальна спроможність асинхронного самозбудного генератора, недостатня жорсткість його зовнішньої характеристики та відсутність гарантованого самозбудження у всьому діапазоні частот оберту привідного двигуна. Всі відмічені недоліки стають ще більш дійовими стосовно до однофазного виконання асинхронного генератора, оскільки їхньою причиною є деформуємість магнітного поля у залежності від характеру навантаження (активно-індуктивного або активно-ємнісного), а також відсутність резервуючих факторів забезпечення надійного самозбудження у всьому діапазоні частот оберту привідного двигуна.

Задачею цього винаходу є створення асинхронного однофазного самозбуджувача генератора із жорсткою зовнішньою характеристикою та із забезпеченням гарантованого його самозбудження в однофазних режимах роботи у всьому діапазоні частот оберту привідного двигуна за рахунок надання геометрично симетричному ротору необхідної електромагнітної асиметрії.

Поставлена задача вирішується тим, що у відомому асинхронному самозбудному генераторі, що містить магнітопроводи статора, у пазах якого встановлена якірна обмотка і обмотка збудження, та ротора, набраного із листів холоднокатаної електротехнічної сталі, які мають пази під обмотку, згідно з винаходом, спом'януті пази у діапазоні $\pm\pi/6$ радіан до напрямку прокату виконані із висотою $h_z(\gamma)$, яка визначається по співвідношенню:

$$h_z(\gamma) = h_{z\pi/3} + h_{a\pi/3}(0,15 \div 0,155)\gamma / (0,667 + 0,15\gamma),$$

де: γ - кут відносно напрямку прокату; $h_{z\pi/3}$, $h_{a\pi/3}$ - висота зубців та ярма ротора у перетинах з мінімальною магнітною проникністю.

У окремому варіанті виконання у листах ротора посадочні шліці виконані симетрично впоперек напрямку прокату, а у пазах, що мають більшу у порівнянні з іншими висоту, встановлена, по меншій мірі, одна пара стрижнів із магнітотвердого матеріалу із кроком рівним кроку полюсного ділення.

При використанні винаходу досягається підвищення жорсткості зовнішньої характеристики асинхронного однофазного самозбуджувача генератора, підвищується надійність самозбудження та зменшуються вагогабаритні показники конденсаторів, що досягнуте, в основному, за рахунок оптимізації конструктивних параметрів генератора.

Суттєвість вищенаведених відокремлювальних ознак та досяжність спом'янутих вище позитивних ефектів підтверджується наступними доказами.

З теорії роботи асинхронних самозбудних генераторів відомо, що реактивна (намагнічувальна) потужність генератора повинна при чисто активному навантаженні покриватися потужністю конденсаторів збудження. При змішаному активно-індуктивному навантаженні, що практично завжди має місце, потужність конденсаторів необхідно збільшувати, щоб вони покривали і реактивну частину навантаження. При ємнісному характері навантаження жорсткість зовнішньої характеристики збільшується, а потужність конденсаторів збудження зменшується. При повній компенсації реактивної потужності навантаження за рахунок робочого конденсатора, його потужність визначається лише умовами самозбудження генератора.

Суттєво полегшуються умови самозбудження при виконанні магнітопровода ротора з анізотропною сталлю, оскільки з'являються складові реактивного моменту синхронного типу, які можуть сприяти процесу самозбудження не тільки при наявності е.д.с. остаточного намагнічування, але й при флуктуації електронів у ланцюзі якірної обмотки або наводці зовнішнім полем, наприклад, від закладених у пазах магнітопровода ротора стрижнів з магнітотвердого матеріалу та інших факторів. Все викладене вище грає особливо важливу роль при однофазних режимах роботи асинхронних самозбуджувачів генераторів, коли відбувається деформація кругового робочого поля у еліпсне або пульсуюче, а також при спеціальному виконанні генераторів однофазними із допоміжною обмоткою збудження, яка має свою конденсаторну групу.

Відомо, що магнітна анізотропія холоднокатаної сталі, яка характеризується зміною її магнітної проникності від кута (γ) до напрямку прокату, має складну форму із трьома екстремальними точками при $\gamma_1=0$, $\gamma_2=\pi/3$ і $\gamma_3=\pi/2$. Причому під кутом до напрямку прокату $\gamma_2=\pi/3$ має місце глобальний мінімум. Підтримання у діапазоні $\gamma=(\pi/3 \div \pi/2)$ саме цього мінімального значення магнітної проникності забезпечує появу у роторі магнітної анізотропії по двом взаємно перпендикулярним напрямкам, що мають помітно різноманітні значення: більші для перетинів, співпадаючих із напрямками впоперек прокату листів сталі, з яких він набраний, і менших

для перетинів, співпадаючих із напрямками вздовж прокату листів сталі, враховуючи, що напрямок магнітного потоку до спом'янутих перетинів визначається їх нормаллю.

Проведені дослідження показали, що для всіх марок холоднокатаних сталей характер залежностей магнітної проникності від кута напрямку прокату однаковий і відрізняється лише абсолютними значеннями. Це дає можливість із великою точністю представити відносну магнітну проникність (μ_{oc}) у діапазоні $\pi/3 \div \pi/2$ від кута прокату (γ) для холоднокатаних сталей залежністю:

$$\mu_{oc} = \mu_{\pi/3} + 6 \cdot \gamma (\mu_{\pi/2} - \mu_{\pi/3}) / \pi. \quad (1)$$

Оскільки для більшості холоднокатаних сталей емпірично встановлено, що $\mu_{\pi/2} = (0,748 - 0,745)$, а $\mu_{\pi/3} = 0,667$, тоді і залежність (1) у результаті приймає вигляд:

$$\mu_{oc}(\gamma) = 0,667 + (0,15 \div 0,155) \gamma. \quad (2)$$

Спираючись на отриману залежність (2), можна отримати характер зміни висоти зубців у заданому діапазоні, що забезпечує мінімальну магнітну провідність ротора:

$h_z|\gamma| = h_{z\pi/3} + h_{a\pi/3} (0,15 \div 0,155) \gamma / (0,667 + 0,15 \gamma)$, (3), що і забезпечує вирішення поставленої задачі у сукупності з іншими признаками.

Аналіз вітчизняної та зарубіжної науково-технічної і патентної літератури не виявив технічних рішень, що володіють тотожними ознаками і результатом, який досягається, що дозволяє вважати винахід, задовольняючим критерію "новизна".

На думку заявника також технічне рішення не є для фахівців явним, що дозволяє вважати винахід, задовольняючим критерію "винахідницький рівень".

На фіг. 1 схематично показаний поперечний перетин асинхронного однофазного самозбуджувача генератора, який пропонується, на фіг. 2 зображена схема підключення обмоток, а на фіг. 3 представлені зовнішні характеристики асинхронного однофазного самозбуджувача генератора при різноманітних виконаннях їх ротора.

Пропонований асинхронний однофазний самозбудний генератор містить магнітопровід 1 статора та магнітопровід 2 ротора, у пазах магнітопровода 1 установлені як ірнова обмотка 3 та обмотка збудження 4, а у магнітопроводі 2 виконані різновеликі пази 5 з обмоткою та шліці 6, що орієнтуються в перетині впоперек прокату листів анізотропної сталі, а також установлені стрижні 7 з магнітотвердого матеріалу. 3 обмоткою збудження 4 послідовно з'єднаний конденсатор 8, а як ірнова обмотка 3 послідовно з'єднана із робочим конденсатором 9, шунтованим опором 10. На зовнішні силові виводи 11 асинхронного однофазного само-

збуджувача генератора через автоматичний вимикач 12 підключена активне 13 і індуктивне 14 навантаження. Зовнішня характеристика асинхронного однофазного самозбуджувача генератора при малих величинах анізотропії ротора має вид кривої 15, а при максимальній анізотропії - вид кривої 16. У останньому випадку генератор має підвищену жорсткість та перевантажувальну спроможність не менше (2÷2,5). Магнітопровід 2 ротора шихтується із листів анізотропної електротехнічної сталі з утворенням продольної і поперечної осей намагнічування, шляхом орієнтування вказаних листів із допомогою шліців 6.

Наприклад, у окремому випадку виконання ротора асинхронного самозбуджувача генератора при числі пазів 5 ротора рівному 22 у зону $\pm \pi/6$ до напрямку прокату попадають 3 пази 5. При цьому висота цих пазів 5 складає, у відповідності із залежністю (3) після підстановки до неї кутових координат даних пазів $\gamma_1 = 1,57$, $\gamma_2 = 1,29$ радіан, $h_{z\gamma_1} = 16,5$ та $h_{z\gamma_2} = 15,8$, враховуючи, що $h_{z\pi/3} = 14$, а $h_{a\pi/3} = 10$. Всі розміри наведені у міліметрах.

Працює пропонований асинхронний однофазний самозбудний генератор так. При наявності деякого остаточного намагнічування ротора та розбіжності у магнітних провідностях по продольній та поперечній осям у однофазному самозбуджувачу генераторі оберт ротора викликає індукціювання в обмотках 3 та 4 статора остаточної е.д.с. $E_{ост}$, яка викликає у конденсаторах 8 та 9 струм I_c . Протікання даного струму по обмоткам статора (якірній 3 та збудження 4), посилює магнітний потік через магнітопровід 1 статора, у результаті чого посилюється е.д.с., що індуктується, й струми через конденсатори 8 та 9, повторюючи процес самозбудження до тих пір поки:

$$(X_{c1} + X_m) > X_c,$$

де: X_{c1} , X_m , X_c - опори розсіювання, намагнічування і конденсатора відповідно.

Із зростанням е.д.с., внаслідок насичення магнітного ланцюга магнітопровода 1 статора, опір намагнічування X_m зменшується, і при номінальному значенні напруги досягається рівність:

$$(X_{c1} + X_m) = X_c,$$

при якій процес самозбудження закінчується.

Таким чином, у технічному рішенні, що пропонується, забезпечується досягнення не тільки позитивного технічного результату у частині підвищення жорсткості зовнішньої характеристики генератора та надійності його самозбудження, але й економічний ефект, що полягається у зменшенні вартості штатне застосованих конденсаторів та системи стабілізації напруги.

31241

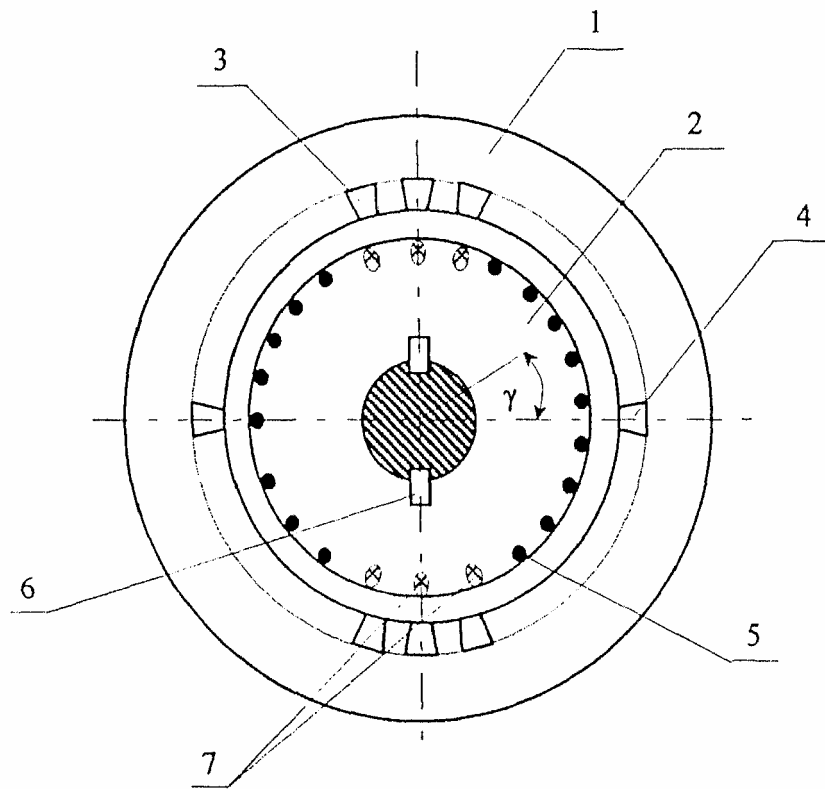


Fig. 1

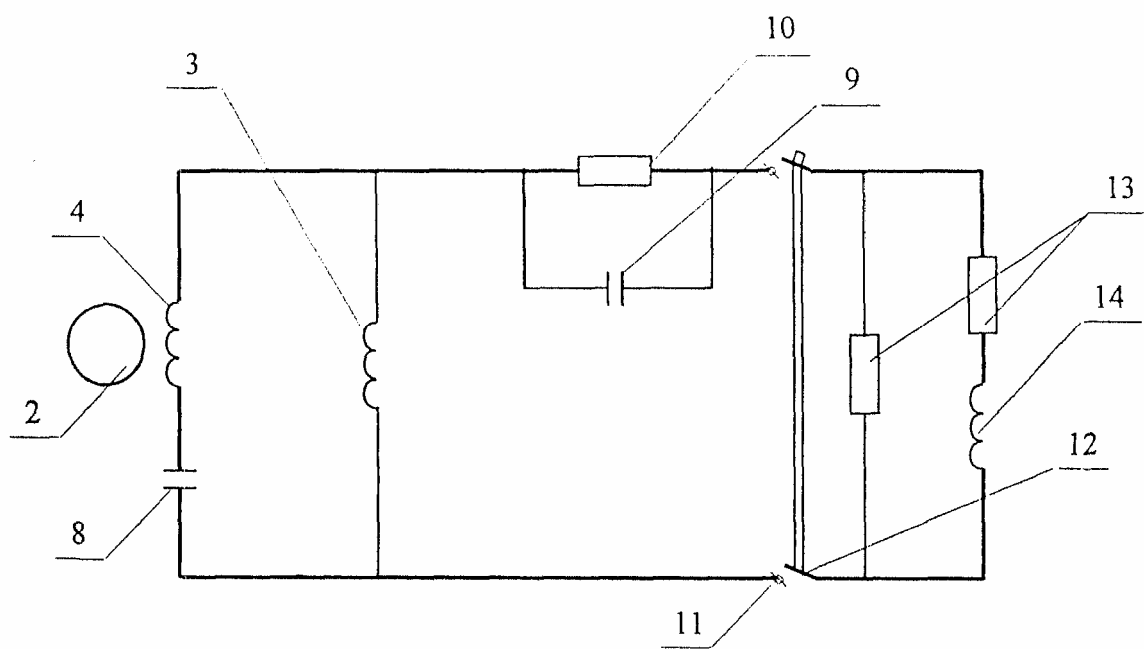
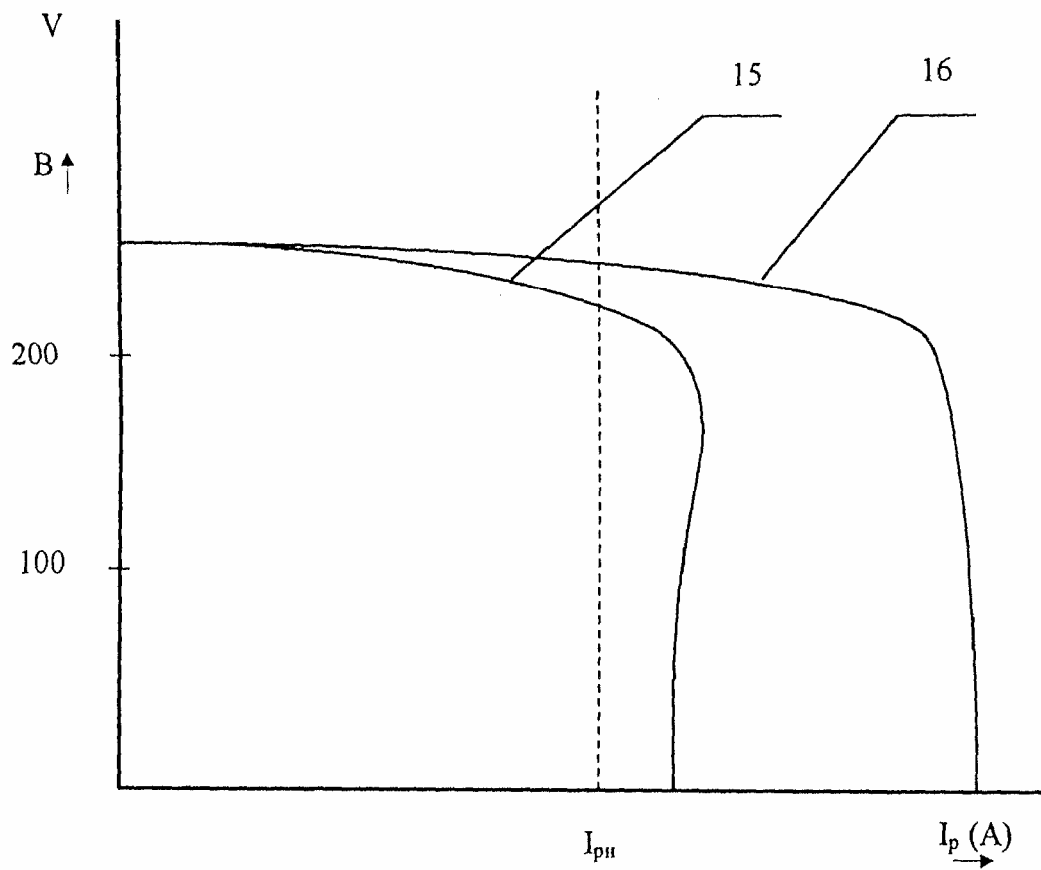


Fig. 2



Фіг. 3

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

Підписано до друку _____ 2002 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