



УКРАЇНА

(19) UA (11) 88886 (13) C2  
(51) МПК (2009)  
H02K 31/00  
H02K 57/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СПОСІБ ХАРЧЕНКА ПО ЗБУДЖЕННЮ ЕЛЕКТРОМАШИН ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

(21) а200606118

(22) 02.06.2006

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(73) ХАРЧЕНКО ВОЛОДИМИР ІВАНОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕГ ВОЛОДИМИРОВИЧ, ХАРЧЕНКО ОЛЕКСІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(56) WO 9318569, H02K 17/34, 16.09.1993

SU 657534, H02K 19/22, 19.04.1979

SU 104134, H02K 19/18, 06.10.1955

SU 463198, H02K 19/06, 08.07.1975

SU 551767, H02K 19/06, 09.06.1977

EP 0313309, H02K 17/36, 26.04.1989

(57) 1. Спосіб по збудженню електромашин, що включає подачу магнітного потоку збудження від різнойменного полюсного індуктора магнітноізолюваними один від одного аксіальними феромагнітними стрижнями ротора до співвісного пакета статора, яким діють на його обмотку, який **відрізняється** тим, що магнітним потоком збудження щонайменше від одного окремого незалежного різнойменного полюсного індуктора діють через аксіальні феромагнітні стрижні ротора на розподільну обмотку щонайменше одного співвісного пакета статора.

2. Пристрій для здійснення способу по збудженню електромашин, який містить статор з обмоткою, індуктор з джерелом збудження, ротор з магнітноізолюваними один від одного аксіальними феромагнітними стрижнями, які рівномірно розташовані та нерухомо зафіксовані по колу на його зовнішній поверхні, та вал, який **відрізняється** тим, що обладнаний щонайменше одним окремим незалежним різнойменним індуктором з джерелом збудження у вигляді електромагнітних котушок, розташованих на його явновиражених полюсах, причому або кожна його пара різнойменних явновиражених полюсів механічно та магнітно поєднані між собою окремими здебільшого шихтованими феромагнітними ярмами, які рівномірно по колу прикріплені до немагнітнопровідної станини коаксіально валу переважно болтами, або всі його пари різнойменних явновиражених полюсів поєднані між собою одним спільним феромагнітним ярмом,

2

та щонайменше одним співвісним переважно зубцевим пакетом статора, який оснащений в своїх пазах щонайменше однією розподільною обмоткою так, що одна половина активних сторін всіх її секцій розташована в просторі аксіально навпроти полюса або полюсів індуктора з однією магнітною полярністю, а друга половина її активних сторін відповідно розташована аксіально навпроти полюса або полюсів індуктора протилежної магнітної полярності, причому ротор розташований на валу і оснащений або аксіальними феромагнітними стрижнями, або аксіально шихтованими пакетами.

3. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що джерело збудження індуктора оснащене додатково щонайменше ще однією електромагнітною обмоткою.

4. Пристрій за пп. 2, 3, який **відрізняється** тим, що як джерело збудження застосовані постійні магніти, які конструктивно виконані переважно по формі у вигляді явновиражених полюсів індуктора.

5. Пристрій за пп. 2-4, який **відрізняється** тим, що оснащений додатково другим пакетом статора, при цьому індуктор в станині розташований між двома співвісними пакетами статора.

6. Пристрій за пп. 2 та 5, який **відрізняється** тим, що оснащений додатково другим індуктором, при цьому пакет статора в станині розташований між двома співвісними індукторами.

7. Пристрій за будь-яким з пп. 2-6, який **відрізняється** тим, що статор оснащений щонайменше двома обмотками на різні по величині напруги живлення.

8. Пристрій за пп. 2-7, який **відрізняється** тим, що обмотка статора виконана або одношаровою, або багатошаровою.

9. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що станина виконана із магнітнопровідного матеріалу.

10. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що принаймні всі активні частини статора та індуктора виконані шихтованими.

11. Пристрій за п. 10, який **відрізняється** тим, що принаймні всі активні частини статора та індуктора виконані масивними або з магнітною сталлю, або із ряду феритів, або іншого подібного феромагнітного матеріалу.

12. Пристрій за п. 2, який **відрізняється** тим, що аксіальні феромагнітні стрижні ротора виконані

(13) C2

(11) 88886

(19) UA

масивними або з матеріалу із ряду феритів, або з іншого подібного феромагнітного матеріалу.

13. Пристрій за пп. 2-12, який **відрізняється** тим, що виконаний в багатозадачному виконанні.

14. Пристрій за пп. 2-13, який **відрізняється** тим, що виконаний або з незалежним, або з паралельним збудженням.

15. Пристрій за пп. 2-13, який **відрізняється** тим, що виконаний або з послідовним, або з змішаним збудженням.

16. Пристрій за пп. 2, 13 та 15, який **відрізняється** тим, що обмотка статора та обмотка індуктора, крім послідовних, виконані на однакову по величині напругу живлення.

17. Пристрій за п. 16, який **відрізняється** тим, що обмотка статора та обмотка індуктора, крім послідовних, виконані на різну по величині напругу живлення.

18. Пристрій за пп. 2-17, який **відрізняється** тим, що зовнішня поверхня станини виконана ребристою.

19. Пристрій за пп. 2-18, який **відрізняється** тим, що конструктивне тіло ротора з двох торцевих сторін оснащено по зовнішньому діаметру віяло-

подібними виступами у вигляді ребер, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для охолодження.

20. Пристрій за п. 19, який **відрізняється** тим, що оснащений зовнішнім вентилятором для охолодження, який закріплений на зовнішньому виступаючому кінці вала і сам оснащений захисним кожухом.

21. Пристрій за п. 20, який **відрізняється** тим, що оснащений принаймні одним зовнішнім незалежним електричним вентилятором для примусового охолодження, який розташований і нерухомо зафіксований на зовнішній поверхні станини.

22. Пристрій за п. 21, який **відрізняється** тим, що оснащений системою охолодження у вигляді замкнутого контуру, частина якого з вентилятором або насосом розташована зовні його оболонки.

23. Пристрій за будь-яким з пп. 2-22, який **відрізняється** тим, що регулювання величини обертового моменту та частоти обертання ротора в режимі двигуна виконують шляхом зміни величини напруги живлення принаймні на одній обмотці статора, а при деяких режимах роботи і на незалежній обмотці збудження індуктора.

Взаємозалежна група винаходів належить до електротехніки та до теорії електромашин і розкриває при цьому суть нового способу збудження електромашин постійного та змінного струму. На основі запропонованої групи винаходів можуть бути розроблені нові типи безконтактних електромашин, які, в свою чергу, можуть бути широко і доцільно застосовані в якості генератора та загальнопромислового двигуна в регульованому електроприводі без всяких обмежень в усіх галузях промисловості.

Відомий спосіб збудження електромашини (SU № 551767, 2 Н 02 К 19/06, 1977), згідно з яким в електромашині, подачу створеного джерелом збудження постійного магнітного потоку збудження до котушкових обмоток ротора, які розташовані навколо зубців його пакету, здійснюють через її магнітнопровідні конструктивні частини, а саме: вал, підшипниковий щит, станину та через безобмоточний пакет статора.

Цей спосіб збудження, як правило, застосовують тільки для збудження спеціальних крокових електромашин постійного струму малої потужності з пониженою частотою обертання і, внаслідок цього, він не придатний для збудження електромашин загальнопромислового призначення постійного та змінного струму з безобмоточним ротором.

Відомий також спосіб збудження електромашини (SU № 463198, 2 Н 02 К 19/06, 1975), що включає подачу створеного джерелом збудження постійного магнітного потоку збудження через зубчатий феромагнітний ротор до двох співвісних пакетів статора, яким діють на його котушкові обмотки, які розташовані на кожному зубці пакетів статора.

Цей спосіб збудження електромашин дуже ефективний у випадку, коли вони працюють в ре-

жимі генератора для індуктування високочастотної змінної електрорушійної сили (Е.Р.С.), але в той же час, він не придатний однак для їхньої роботи в режимі регульованого двигуна постійного струму, а також і в режимі генератора постійного струму через те, що ротор, під час його обертання зовнішніми силами, своїми феромагнітними зубцями безперестанку в часі змінює по амплітуді магнітний потік збудження, який протікає через котушкову обмотку статора.

Також відомий, вибраний як прототип, спосіб збудження електромашини (SU № 657534, 2 Н 02 К 19/22, 1979), що включає подачу постійного магнітного потоку збудження від різноименних полюсів явнотієї індуктора через магнітноізолювані один від одного аксіальні феромагнітні стрижні ротора до співвісного пакету статора, яким діють на його котушкову обмотку.

Цей спосіб збудження також ефективний у тому випадку, коли електромашини працюють в режимі генератора для індуктування високочастотної змінної Е.Р.С., але в той же час, він не придатний однак для їхньої роботи в режимі регульованого двигуна та генератора постійного струму.

Спосіб виявляється неефективним через те, що в електромашині джерело збудження конструктивно розташоване на явновражених полюсах пакета статора разом з його котушковою обмоткою і тому між магнітним потоком збудження та провідниками котушкової обмотки статора, при її роботі в режимі двигуна постійного струму, не виникає необхідний уніполярний процес електромагнітної взаємодії і, внаслідок цього, на її роторі не виникає необхідна електромагнітна сила для його обертання у визначеному напрямку і, за рахунок цього, в електромашині не відбувається процес перетворення електричної енергії в механічну, а в режимі

генератора, відповідно, неможливо отримати індуквану обертову Е.Р.С. постійного струму в її котушковій обмотці статора.

Відомий пристрій (SU № 463198, Н 02 К 19/06, 1975), який містить магнітнопровідну станину з підшипниковими щитами, зубчатий двопакетний статор з обмоткою, котушки якої розташовані навколо кожного його зубця, джерело збудження у вигляді кільцевої котушки, яке співвісно розташоване в станині між пакетами статора коаксіально валу, та зубчатий двопакетний феромагнітний ротор на валу, причому його зубчаті пакети мають між собою коловий зсув один відносно іншого на половину своєї зубцевої поділки.

Спроби використання цього пристрою в якості регульованого загальнопромислового двигуна постійного струму не мали успіху із-за неефективного процесу перетворення в ньому електричної енергії в механічну і, внаслідок цього, він має обмежену область використання.

Визначальний недолік пристрою, в неспроможності його ефективно перетворювати електричну енергію в механічну або навпаки, полягає в тому, що при даній його електромагнітній схемі у ньому не виникає вкрай необхідний уніполярний процес електромагнітної взаємодії між магнітним потоком збудження та провідниками котушкової обмотки статора. Внаслідок цього, наприклад, при живленні його змінним струмом в режимі синхронного двигуна він не здатний самостійно розвинути початковий обертовий момент без наявності на його роторі додаткової пускової обмотки, а при живленні його постійним струмом він може перебувати в двох незвичайних режимах, а саме: невизначеному та постійного магніту. Невизначений режим роботи відомого пристрою полягає в тому, що при цьому режимі його ротор не має чітко визначеного напрямку обертання в тому випадку, коли два магнітні потоки від джерела збудження та від котушкової обмотки статора направлені по його активним частинам назустріч один одному. Режим постійного магніту в пристрої виникає тоді, коли створені два магнітні потоки направлені узгоджено в одну сторону по його активним частинам.

Відомий також, вибраний як прототип, пристрій (SU № 657534, Н 02 К 19/22, 1977), який містить двопакетний статор з обмоткою, джерело збудження та ротор з валом, причому кожний пакет статора виконаний конструктивно явнопольсним у вигляді об'єднаної магнітнопровідної конструкції статора та індуктора, при цьому джерело збудження, у вигляді окремих електромагнітних котушок, спільно з котушками обмотки статора розташоване на його явновиражених полюсах, причому ротор оснащений на своїй зовнішній поверхні рівномірно розташованими по колу магнітноізолюваними один від одного аксіальними феромагнітними стрижнями.

Спроби використання відомого прототипу в якості загальнопромислового регульованого двигуна постійного або змінного струму також не мали успіху із-за неефективного процесу перетворення в ньому електричної енергії в механічну і, внаслідок цього, він має обмежену область використання.

Суть визначального недоліку прототипу, в неспроможності його ефективно перетворювати електричну енергію в механічну або навпаки, полягає в тому, що при одночасному розташуванні на явновиражених полюсах одного його пакету статора котушок джерела збудження та статора у ньому не виникає вкрай необхідний уніполярний процес електромагнітної взаємодії між магнітним потоком збудження та провідниками котушкової обмотки статора. Внаслідок цього, при його роботі, наприклад, в режимі двигуна від постійного струму він може перебувати в двох незвичайних для електромашин режимах, а саме: в першому випадку, коли створені котушками обмотки статора та котушками джерела збудження магнітні потоки, наприклад, будуть рівними по величині і направлені на кожному явновираженому полюсі співвісних пакетів назустріч один одному, то, в цьому випадку, вони взаємно один одного компенсують і, внаслідок цього, прототип фактично стає як би знеструмленим і, відповідно, в цьому стані він не здатний самостійно розвинути будь-який по величині обертовий момент, а в другому випадку, коли створені два магнітні потоки на кожному явновираженому полюсі співвісних пакетів направлені узгоджено в одному напрямку, то, в цьому випадку, він перетворюється на звичайний електромагніт з нерухомим ротором.

В основу першого із групи винаходів покладено задачу створення нового способу збудження електромашин шляхом зміни характеру електромагнітної взаємодії магнітного потоку збудження з провідниками обмотки статора, що забезпечить взаємодію кожного провідника обмотки статора тільки з полюсами індуктора однієї полярності і, тим самим, дозволить створити нові типи обернених регульованих безконтактних електромашин постійного та змінного струму.

В основу другого із групи винаходів покладено задачу удосконалення пристрою для реалізації способу збудження електромашин шляхом зміни конструкцій статора і індуктора, типу обмотки статора та схеми її розміщення на пакеті статора по відношенню до різнойменних полюсів співвісного індуктора, що дозволить забезпечити уніполярний процес електромагнітної взаємодії магнітного потоку збудження з провідниками обмотки статора і, тим самим, підвищити ефективність перетворення електричної енергії в механічну або навпаки. За рахунок цього створюються реальна технічна можливість для побудови нових типів безконтактних регульованих пристроїв ефективно працюючих, в першу чергу, як в режимі двигуна так і в режимі генератора постійного струму.

Перша поставлена задача вирішується тим, що в способі Харченка по збудженню електромашин, що включає подачу магнітного потоку збудження від різнойменнополюсного індуктора магнітноізолюваними один від одного аксіальними феромагнітними стрижнями ротора до співвісного пакету статора, яким діють на його обмотку, згідно з винаходом, магнітним потоком збудження щонайменше від одного окремого незалежного різнойменнополюсного індуктора через аксіальні феромагнітні стрижні ротора діють на розподільну

обмотку щонайменше одного співвісного пакету статора.

Ефективна працездатність заявленого способу збудження електромашин ґрунтується, в першу чергу, на практичному використанні природних властивостей магнітного поля, згідно з якими силові лінії магнітного поля, тобто магнітного потоку збудження, мають вид замкнутих в просторі ліній, тобто вони не мають ні початку, ні кінця і, таким чином, поза межами джерела їх створення завжди замикаються в оточуючому їх середовищі через ті його ділянки, які чинять їм в даний час мінімальний магнітний опір. В електромашинах такими ділянками є їхні активні частини статора, індуктора, а в нашому випадку, і аксіальні феромагнітні стрижні ротора.

Отже, спрямовуючи магнітний потік збудження від різнойменних полюсів індуктора, який конструктивно не поєднаний ні з одним співвісним пакетом статора, до провідників його обмотки через аксіальні феромагнітні стрижні ротора веде до очікуваного технічного результату за рахунок того, що запропонований спосіб збудження створює в електромашині необхідні умови для постійного в часі уніполярного процесу електромагнітної взаємодії магнітного потоку збудження з провідниками розподільної обмотки статора і, тим самим, дозволяє забезпечити в електромашині ефективність процесу перетворення електричної енергії в механічну або навпаки - механічної енергії в електричну і, за рахунок цього, значно розширити область використання даного способу збудження в електромашинобудівній галузі для побудови нових типів регульованих безконтактних електромашин.

Друга поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для здійснення способу Харченка по збудженню електромашин, який містить статор з обмоткою, індуктор з джерелом збудження, ротор з магнітноізованими один від одного аксіальними феромагнітними стрижнями, які рівномірно розташовані та нерухомо зафіксовані по колу на його зовнішній поверхні, та вал, згідно з винаходом, обладнаний щонайменше одним окремим незалежним різнойменнополюсним індуктором з джерелом збудження у вигляді електромагнітних котушок розташованих на його явновиражених полюсах, причому або кожна пара його різнойменних явновиражених полюсів, зі сторони станини, механічно та магнітно поєднані між собою окремими здебільшого шихтованими феромагнітними ярмами, які рівномірно по колу прикріплені до немагнітнопровідної станини коаксіально валу переважно болтами, або всі його пари різнойменних явновиражених полюсів поєднані між собою одним спільним феромагнітним ярмом, та щонайменше одним співвісним переважно зубцевим пакетом статора, який оснащений в своїх пазах щонайменше однією розподільною обмоткою так, що одна половина активних сторін всіх її секцій розташована в просторі аксіально напроти полюса або полюсів індуктора з однієї магнітною полярністю, а друга половина її активних сторін, відповідно, розташована напроти полюса або полюсів індуктора протилежної магнітної полярності, причому ротор розташований на валу і оснащений або ак-

сіальними феромагнітними стрижнями, або аксіально шихтованими пакетами.

Таке виконання індуктора з джерелом збудження та статора з обмоткою на окремих незалежних співвісних пакетах веде до очікуваного технічного результату в пристрої для реалізації способу збудження електромашин при його роботі, наприклад, в режимі двигуна за рахунок того, що індуктор виконаний неявнополюсним, а пакет статора виконаний неявнополюсним і оснащений на внутрішній своїй циліндричній поверхні в пазах розподільною обмоткою частини якої чітко орієнтовані в просторі аксіально по відношенню до відповідних різнойменних полюсів співвісного індуктора і, внаслідок цих запропонованих конструктивних рішень, в пристрої забезпечується необхідний уніполярний процес електромагнітної взаємодії магнітного потоку збудження з провідниками розподільної обмотки статора за допомогою аксіальних феромагнітних стрижнів ротора. Отже, тільки уніполярний процес дозволяє забезпечити в пристрої необхідні умови для самого ефективного процесу перетворення електричної енергії в механічну або навпаки і, тим самим, саме ця уніполярна електромагнітна взаємодія створює необхідні технічні можливості для побудови нових безконтактних пристроїв, в першу чергу, на постійному струмові і, за рахунок цього, значно розширити область їх широкого використання в усіх галузях промисловості в якості загальнопромислового регульованого безконтактного двигуна, а також і в якості безконтактного генератора постійного струму.

Інші уточнюючі форми виконання відповідних винаходів рішень наведені у додаткових пунктах формули винаходу

Крім того, згідно з винаходом можливе оснащення джерела збудження індуктора додатково щонайменше ще однією електромагнітною обмоткою.

Можливе застосування в якості джерела збудження постійних магнітів, які конструктивно виконані переважно по формі у вигляді явновиражених полюсів індуктора.

Можливе спорядження пристрою додатково другим пакетом статора, при цьому індуктор в станині розташований між двома співвісними пакетами статора.

Можливе спорядження пристрою додатково другим індуктором, при цьому пакет статора в станині розташований між двома співвісними індукторами.

Можливе виконання статора щонайменше з двома обмотками на різну по величині напругу живлення.

Можливе виконання обмоток статора або одношаровими, або багатшаровими.

Можливе виконання станини з магнітнопровідного матеріалу.

Можливе виконання принаймні всіх активних частин статора та індуктора шихтованими.

Можливе виконання принаймні всіх активних частин статора та індуктора масивними або із магнітною сталі, або із ряду феритів, або із іншого подібного феромагнітного матеріалу.

Можливе виконання аксіальних феромагнітних стрижнів ротора масивними або з матеріалу із ряду феритів, або із іншого подібного феромагнітного матеріалу.

Можливе виконання пристрою в багатофазному виконанні.

Можливе виконання пристрою або з незалежним, або з паралельним збудженням.

Можливе виконання пристрою або з послідовним, або з змішаним збудженням.

Можливе виконання пристрою в якого обмотки статора та принаймні один комплект обмоток індуктора, крім послідовних, виконані на однакову по величині напругу живлення.

Можливе виконання пристрою в якого обмотки статора та принаймні один комплект обмоток індуктора, крім послідовних, виконані на різну по величині напругу живлення.

Можливе виконання зовнішньої поверхні станини ребристою.

Можливе оснащення двох торцевих сторін конструктивного тіла ротора по Пою зовнішньому діаметру віялоподібними виступами у вигляді ребер, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для охолодження.

Можливе оснащення пристрою зовнішнім вентилятором для охолодження, який закріплений на зовнішньому виступаючому кінці вала і сам оснащений захисним кожухом.

Можливе оснащення пристрою принаймні одним зовнішнім незалежним переважно електричним вентилятором для примусового охолодження, який здебільшого розташований і нерухомо зафіксований на зовнішній поверхні станини.

Можливе виконання системи охолодження пристрою у вигляді замкнутого контуру, частина якого з вентилятором або з насосом розташована зовні його оболонки.

Можливе регулювання величини обертового моменту та частоти обертання ротора в пристрої в режимі двигуна шляхом зміни величини напруги живлення принаймні на одній обмотці статора, а при деяких режимах роботи і на незалежній обмотці збудження індуктора.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де зображені:

- на фіг. 1 - пристрій для реалізації способу Харченка по збудженню електромашин (загальний вигляд, поздовжній розріз);

- на фіг.2 - поперечний переріз пристрою по фіг. 1 по площині А-А (з поглядом на індуктор);

- на фіг.3 - поперечний переріз пристрою по фіг. 1 по площині Б-Б (з поглядом на пакета статора);

- на фіг.4 - поперечний переріз пристрою по фіг. 1 по площині В-В (з поглядом на другий варіант виконання індуктора);

- на фіг.5 - вид збоку на індуктор пристрою виконаного по фіг. 1, у якого джерело збудження індуктора виконане на базі постійних магнітів (частковий поперечний розріз);

- на фіг.6 - варіант виконання пристрою за фіг. 1 з двома пакетами статора (частковий поздовжній розріз);

- на фіг.7 - варіант виконання пристрою за фіг. 1 з двома індукторами (частковий поздовжній розріз);

- на фіг.8 - пристрій за фіг. 1-7, який оснащений зовнішнім незалежним вентилятором для охолодження (загальний вигляд);

- на фіг.9 - пристрій за фіг. 1-7, який оснащений системою охолодження у вигляді замкнутого контуру (загальний схематичний вигляд);

- на фіг. 10 - електрична схема пристрою з незалежним електромагнітним збудженням (у однофазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 11 - електрична схема пристрою з незалежним електромагнітним збудженням та двома обмотками статора (у однофазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 12 - електрична схема пристрою з паралельним електромагнітним збудженням (у однофазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 13 - електрична схема пристрою з послідовним електромагнітним збудженням (у однофазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 14 - електрична схема пристрою з змішаним електромагнітним збудженням (у однофазному виконанні з двома обмотками збудження за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 15 - електрична схема багатофазного пристрою з незалежним електромагнітним збудженням (у трифазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 16 - електрична схема багатофазного пристрою з незалежним електромагнітним збудженням та двома обмотками статора (у трифазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 17 - електрична схема багатофазного пристрою з паралельним електромагнітним збудженням (у трифазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 18 - електрична схема багатофазного пристрою з послідовним електромагнітним збудженням (у трифазному виконанні за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

- на фіг. 19 - електрична схема багатофазного пристрою з змішаним електромагнітним збудженням (у трифазному виконанні з двома електромагнітними обмотками збудження за фіг. 1-4, фіг.6 та 7);

Пояснення на фіг. 1-19:

де  $\omega$  - кутова швидкість вала;

$\Phi$  - магнітний потік;

N - північна магнітна полярність явновираженого полюса індуктора;

S - південна магнітна полярність явновираженого полюса індуктора.

Розглянемо конструкцію заявленого пристрою в якою кожна пара різнойменних явновиражених полюсів індуктора магнітно поєднана між собою окремими шихтованими ярмами, а ротор оснащений аксіальними феромагнітними стрижнями у вигляді аксіально шихтованих пакетів.

Як показано на фіг. 1-4 пристрій 1 для здійснення способу Харченка по збудженню електромашин містить статор 2 з обмоткою 3, індуктор 4 з джерелом збудження 5, ротор 6 з магнітноізолюваними один від одного аксіальними феромагніт-

ними стрижнями 7, які рівномірно розташовані та нерухомо зафіксовані по колу на його зовнішній поверхні, та вал 8, при цьому пристрій 1 обладнаний одним окремим незалежним різноименополюсним індуктором 4 з джерелом збудження 5 у вигляді електромагнітних котушок 9 розташованих на його явновиражених полюсах 10, причому кожна пара його різноименних явновиражених полюсів 10, зі сторони станини 11, механічно та магнітно поєднані між собою окремими шихтованими ярмами 12, які рівномірно по колу прикріплені до немагнітнопровідної станини 11 коаксіально валу 8 болтами 13 та одним співвісним зубцевим пакетом 14 статора 2, який оснащений на внутрішній поверхні в своїх пазах 15 розподільною обмоткою 3 так, що одна половина активних сторін 16 всіх її секцій 17 розташована в просторі аксіально напроти явновиражених полюсів 10 індуктора 4 з однією магнітною полярністю, наприклад, північною полярністю N, а друга половина її активних сторін 16 розташована відповідно напроти явновиражених полюсів 10 індуктора 4 протилежної магнітної полярності, тобто з полярністю S, причому ротор 6 оснащений аксіальними феромагнітними стрижнями 7 у вигляді аксіально шихтованих пакетів 18. Пакет статора 14, явновиражені полюси 10, шихтовані ярма 12 та аксіально шихтовані пакети 18 ротора 6 виготовлені і шихтовані із заготовок, які вирубані із листів електротехнічної сталі, як правило, із тих марок, котрі мають в напрямку прокатки кращі магнітні характеристики, причому аксіально шихтовані пакети 18 нерухомо зафіксовані на зовнішній поверхні тіла 19 ротора 6 на периферійних своїх кінцях бандажом у вигляді кілець 20, при цьому ротор 6 разом з валом 8 встановлений за допомогою підшипникових щитів 21 з повітряними щілинами 22 у внутрішній простір статора 2 та індуктора 4 з можливістю там вільного обертання навколо своєї осі. Для збільшення відбору потужності від пристрою 1 тіло 19 ротора 6 з двох торцевих сторін оснащено по своєму зовнішньому діаметру віялоподібними виступами у вигляді ребер 23, які виконують роль лопаток внутрішнього вентилятора для охолодження, а також він додатково оснащений іще і зовнішнім вентилятором 24, який закріплений на зовнішньому виступаючому кінці вала 8 і сам оснащений захисним кожухом 25. З метою збільшення ефективності охолодження пристрою 1 своїм зовнішнім вентилятором 24 зовнішня поверхня його станини 11 може бути виготовлена ребристою.

У тому випадку, коли аксіальні феромагнітні стрижні 7 ротора 6 нерухомо фіксуються на зовнішній поверхні його тіла 19 бандажними засобами у вигляді металевих або не металевих кілець, стрічок і іншими бандажними засобами, то ці засоби, як правило, повинні бути виготовленими з немагнітнопровідного матеріалу, а саме тіло 19 ротора 6 повинно бути також виготовленим з немагнітнопровідного і переважно не з струмопровідного матеріалу. Можливе також технологічне виконання тіла 19 ротора 6 одночасно з його віялоподібними виступами у вигляді ребер 23 на своїх торцевих сторонах ливарним шляхом сплавами, які виготовлені з не феромагнітних матеріалів. Отже, мож-

ливий також варіант, коли аксіальні феромагнітні стрижні 7 ротора 6 можуть фіксуватися нерухомо на зовнішній поверхні його тіла 19, під час його виготовлення, ливарним способом, при цьому самі аксіальні феромагнітні стрижні 7 можуть фіксуватися на тілі 19 ротора 6 під кутом до осі пристрою 1. Як правило, всі активні частини статора 2 та індуктора 4 в пристрої 1 виготовляються шихтованими, а пристроях 1 малої потужності разом з аксіальними феромагнітними стрижнями 7 ротора 6 можуть бути виготовленими і масивними або з матеріалу із ряду феритів, або з іншого подібного феромагнітного матеріалу з малими втратами енергії від перемагнічування.

У пристрої 1, який працює від мережі постійного струму, можливе виконання його станини 11 з магнітнопровідного матеріалу.

На фіг.2 зображений поперечний переріз пристрою за фіг. 1 по площині А-А з поглядом на індуктор, в якого кожна пара його різноименних явно виражених полюсів 10 магнітно та механічно поєднані між собою феромагнітним ярмом 12. Зазначену на Фіг.2 конструкцію індуктора 4 з трьома парами різноименних явновиражених полюсів 10 можна без всяких конструктивних змін застосувати в пристроях або однофазного, або трифазного змінного струму

На фіг.3 зображений поперечний переріз пристрою за фіг. 1 по площині Б-Б з поглядом на пакет 14 статора 2 де наглядно показано, як необхідно розміщувати розподільну обмотку 3 статора 2 в його пазах 15 так, щоб одна половина активних сторін 16 всіх її секцій 17 була розташована в просторі пристрою 1 аксіально напроти явновираженого полюса або полюсів 10 індуктора 4 з однією магнітною полярністю (див. фіг.2), а друга половина її активних сторін 16 була розташована аксіально напроти полюсів 10 протилежної магнітної полярності.

На фіг.4 зображений поперечний переріз пристрою за фіг. 1 по площині В-В з поглядом на другий варіант виконання індуктора 4, в якого всі його явновиражені полюси 10 магнітно та механічно поєднані між собою одним спільним феромагнітним ярмом 12. Зазначену на Фіг.4 конструкцію індуктора 4 з трьома парами різноименних явновиражених полюсів 10 можна без всяких конструктивних змін застосувати в пристроях або однофазного, або трифазного змінного струму.

На фіг.5 зображений частковий боковий вид на індуктор 4 у якого в якості джерела збудження застосований постійний магніт 26 з явно вираженими полюсами 10. Цей варіант виконання індуктора доцільно застосовувати при виготовленні пристрою 1 малої потужності.

На фіг.6 зображений частковий поздовжній розріз пристрою 1 виконаного з двома пакетами 14 статора 2, при цьому індуктор 4 розташований в станині 11 між двома співвісними пакетами 14.

На фіг.7 зображений частковий поздовжній розріз пристрою 1 виконаного з двома індукторами, при цьому пакет 14 статора 2 розташований в станині 11 між двома співвісними індукторами 4.

На фіг.8 зображений загальний вигляд пристрою 1, який оснащений зовнішнім електричним

вентилятором 27 для його охолодження, який розташований на зовнішній поверхні станини 11, при цьому вентилятор 27 засмоктує зовні холодне повітря з однієї його сторони і примусово проганяє його в осьовому напрямку через пристрій 1, а назовні нагріте повітря виводиться в атмосферу з другої його сторони. Напрямок руху повітря через пристрій зображений на фігурі подвійними стрілками.

На фіг.9 зображений загальний вигляд пристрою 1, який оснащений системою охолодження у вигляді замкнутого герметичного контуру, частина якого з вентилятором або насосом 28, охолоджувачем 29 та трубами 30 розташована зовні його оболонки. В якості охолоджувального середовища 31 в замкнутій системі охолодження застосовують, як правило, повітря, водень або легко випаровувану рідину.

На фіг. 10 зображена електрична схема пристрою 1 у однофазному виконанні за фіг. 1-9 із збудженням його від незалежної електромагнітної обмотки 32 індуктора 4.

На фіг 11 зображена електрична схема пристрою 1 у однофазному виконанні за фіг. 1-9 із збудженням його від незалежної електромагнітної обмотки 32 індуктора 4 та з двома обмотками 3 статора 2.

На фіг. 12 зображена електрична схема пристрою 1 у однофазному виконанні із збудженням його від паралельної електромагнітної обмотки 33 індуктора 4.

На фіг. 13 зображена електрична схема пристрою 1 у однофазному виконанні із збудженням його від послідовної електромагнітної обмотки 34 індуктора 4, яка послідовно поєднана із обмоткою 3 статора 2.

На фіг. 14 зображена електрична схема пристрою 1 у однофазному виконанні за фіг. 1-9 із змішаним збудженням, тобто із збудженням його одноразово від незалежної 32 та послідовної електромагнітної обмотки 34 індуктора 4.

На фіг. 15 зображена електрична схема пристрою 1 у трифазному виконанні за фіг. 1-9 із збудженням його від незалежної електромагнітної обмотки 32 індуктора 4.

На фіг. 16 зображена електрична схема пристрою 1 у трифазному виконанні за фіг. 1-9 із збудженням його від незалежної електромагнітної обмотки 32 індуктора 4 та з двома обмотками 3 статора 2.

На фіг. 17 зображена електрична схема пристрою 1 у трифазному виконанні за фіг. 1-9 із збудженням його від паралельної електромагнітної обмотки 33 індуктора 4.

На фіг. 18 зображена електрична схема пристрою 1 у трифазному виконанні за фіг. 1-9 із збудженням його від послідовної електромагнітної обмотки 34 індуктора 4, яка послідовно поєднана із обмоткою 3 статора 2.

На фіг. 19 зображена електрична схема пристрою 1 у трифазному виконанні за фіг. 1-9 із змішаним збудженням, тобто із збудженням його одноразово від незалежної 32 та послідовної електромагнітної обмотки 34 індуктора 4.

На фіг. 15-19 зображені різні варіанти виконання електричної схеми пристрою 1 у трифазному виконанні за фіг. 1-9 із різними способами збудження, в яких фазні обмотки розподільної обмотки 3 статора 2 та фазні обмотки обмоток 32, 33 та 34 джерела збудження 5 індуктора 4 мають між собою електричне з'єднання по зв'язаній багатофазній системі по схемі «зірка», при цьому названі обмотки можуть мати також з'єднання і по схемі «зірка з нулем» або «трикутника».

Дві обмотки 3 статора 2 пристрою 1 можуть бути виконані на різну по величині напругу живлення. Можливі і другі варіанти виконання пристрою 1 у якого принаймні одна обмотка 3 статора 2 та обмотки збудження 32 та 33 індуктора 4 можуть бути виконані або на однакову по величині напругу живлення, або на різну. Крім того, обмотки 3 статора 2 можуть бути виконаними або одношаровими, або багатошаровими.

Здійснення заявленого способу по збудженню електромашин та роботу однофазного пристрою для його реалізації (див. Фіг. 1-4 та Фіг.6-7), наприклад, з трьома парами різноимених полюсів індуктора з незалежним електромагнітним збудженням (див. Фіг. 10) розкрито на прикладі його роботи в режимі двигуна при живленні від мережі постійного струму. Ефективна працездатність заявленого способу збудження електромашин ґрунтується, в першу чергу, на практичному використанні в пристрої для реалізації способу збудження природних властивостей магнітного поля, згідно з яким силові лінії магнітного поля, тобто магнітного потоку збудження, поза межами джерела їх створення (індуктора) завжди прагнуть замкнутися самі на себе через ті ділянки внутрішнього простору пристрою, які в даний момент часу чинять їм мінімальний магнітний опір для їх проходження. Такими ділянками в заявленому пристрої 1 є його активні частини індуктора 4, феромагнітні стрижні 7 ротора 6 та пакет 14 статора 2. Отже, в пристрої для реалізації заявленого способу збудження електромашин запропонованим рішенням активні його частини разом з розподільною обмоткою статора розміщені у внутрішньому його просторі так, щоб отримати у ньому бажаний ефективний процес перетворення електричної енергії в механічну або навпаки - механічної енергії в електричну.

Принцип дії заявленого пристрою 1 для реалізації способу збудження електромашин по Фіг. 1 та її варіантів по Фіг.6 та Фіг.7 однаковий тому, що базується на законі електромагнітної індукції по виразу М.Фарадея за рахунок уніполярного процесу електромагнітної взаємодії магнітного потоку збудження з провідниками розподільної обмотки 3 статора 2 і, внаслідок цього, він здатний ефективно працювати в режимі двигуна від мережі постійного та змінного струму, а в режимі генератора успішно індукувати обертову електрорушійну силу постійного та змінного струму. Шлях магнітного потоку  $\Phi$  збудження, разом з його силовими лініями, який створило джерело магнітного потоку  $\Phi$  збудження 5, по його активним частинам зображений на Фіг. 1-4 та Фіг.6-7 стрілками, які наочно відображають собою графічне зображення наявнос-

ті в просторі сукупності неперервних в просторі силових ліній цього магнітного потоку  $\Phi$ .

Заявлений спосіб практично здійснюється в пристрої 1 для його реалізації наступним чином (див. Фіг. 1-4 та Фіг.6-7).

Спочатку джерелом збудження 5 створюють в пристрої 1 магнітний потік  $\Phi$  збудження шляхом подачі постійного струму від зовнішнього джерела живлення на незалежну електромагнітну обмотку збудження 32 (Фіг. 10), яка у вигляді котушок 9 розташована на різноманітних явновражених полюсах 10 індуктора 4 співвісного до пакету 14 статора 2. Як видно з Фіг.1, магнітний потік  $\Phi$  збудження разом з своїми силовими лініями виходить з верхнього явновраженого полюса 10 індуктора 4, який умовно має, наприклад, північну магнітну полярність N, і через повітряну щілину 22 входить щонайменше в один аксіально шихтований феромагнітний пакет 18 ротора 6 і, відповідно, пройшовши через цей зазначений пакет 18 входить в пакет 14 статора 2 через другу повітряну щілину 22. Виходить зазначений магнітний потік  $\Phi$  збудження із середовища пакета 14 статора 2 в тому його місці або в тих його місцях, де частина феромагнітних пакетів 18 ротора 6 розташована в даний час у просторі індуктора 4 під тим або тими його явновраженими полюсами 10, які відповідно мають протилежну магнітну полярність, тобто S. Таким чином, пройшовши через третю повітряну щілину 22 магнітний потік  $\Phi$  збудження знову входить щонайменше в один аксіально шихтований феромагнітний пакет 18 ротора 6 і далі рухається по ньому у зворотньому напрямку назустріч до явновраженого полюса або полюсів 10 індуктора 4, а виходить він із зазначеного аксіально шихтованого феромагнітного пакета або пакетів 18 ротора 6 в явновражені полюси 10 індуктора 4 через четверту повітряну щілину 22 в тому його місці, де розташований щонайменше один (нижній) його явновражений полюс 10 індуктора 4 з південною магнітною полярністю S (Фіг.1), а потім він проходить по внутрішньому середовищі явновраженого полюса 10 та ярма 12 і замикає свій шлях магнітний потік  $\Phi$  збудження разом з своїми силовими лініями принаймні на одному (верхньому) явновраженому полюсі 10 індуктора 4 з північною магнітною полярністю N. Отже, завдяки аксіально шихтованим феромагнітним пакетам 18 рухомого ротора 6, магнітний потік  $\Phi$  збудження, який створило джерело збудження 5 індуктора 4, завжди входить у внутрішнє середовище пакета 14 статора 2 в зоні розташування однієї половини всіх активних сторін 16 його розподільної обмотки 3 статора 2, а виходить цей потік із зазначеного пакета 14 статора 2 в зоні розташування уже другої половини всіх активних сторін 16 розподільної обмотки 3 і, за рахунок цього, в пристрої 1 і підтримується постійно в часі так необхідний уніполярний процес електромагнітної взаємодії провідників розподільної обмотки 3 статора 2 тільки з полюсами 10 однієї магнітної полярності. Таким чином, при підключенні розподільної обмотки 3 статора 2 до зовнішнього джерела живлення по провідникам всіх її секцій 17 потече постійний струм і, внаслідок виникнувшій електромагнітній взаємодії струму з

магнітним потоком  $\Phi$  збудження, на зовнішній поверхні аксіально шихтованих феромагнітних пакетів 18 ротора 6 пристрою 1 з'являється електромагнітна сила F, яка і буде виштовхувати ті аксіально шихтовані феромагнітні пакети 18, які в даний час проводять магнітний потік  $\Phi$  збудження через своє середовище в обох напрямках від явновражених полюсів 10 індуктора 4 до провідників розподільної обмотки 3 статора 2, із зони розташування активних сторін 16 розподільної обмотки 3 статора 2 у визначеному напрямку, який легко визначити по відомому правилу «лівої руки». З точки зору закону електромагнітної індукції і фізики не має значення, чи провідник із струмом виштовхується з під нерухомого в просторі пристрою 1 магнітного потоку  $\Phi$  збудження, який створили явновражені полюси 10 разом з джерелом збудження 5 його індуктора 4, чи навпаки, рухомий полюс або полюса із зазначеним магнітним потоком  $\Phi$  збудження, тобто аксіально шихтовані феромагнітні пакети 18 ротора 6 разом з тим магнітним потоком  $\Phi$  збудження, який в даний час знаходиться в їх середовищі, виштовхується із зони розташування нерухомих провідників із струмом розподільної обмотки 3 статора 2. Отже, величина обертового моменту в пристрої 1, при постійному в часі його магнітного потоку  $\Phi$  збудження, залежить від величини струму в його розподільній обмотці 3 статора 2. Відповідно пристрій 1, за рахунок уніполярного процесу, також здатний ефективно працювати з трьома парами різноманітних полюсів 10 і від мережі багатозначного змінного струму. Таким чином, уніполярний процес в пристрої 1 дозволяє забезпечити в ньому ефективний процес перетворення електричної енергії в механічну. Отже, електромагнітна сила F в пристрої 1 визначається згідно виразу:

$$F = B \cdot I \cdot l, \quad (1)$$

де B - індукція магнітного потоку  $\Phi$  збудження індуктора;

I - струм обмотки статора;

l - сумарна активна довжина всіх провідників обмотки статора.

Регулювання частоти обертання ротора або величини обертового моменту в пристрої при його роботі в режимі двигуна виконують, як правило, шляхом зміни величини напруги живлення принаймні на одній його обмотці статора, а при деяких режимах його роботи і на незалежній обмотці збудження індуктора.

Крім того, заявлений пристрій 1 для реалізації способу збудження електромашин с оберненою електромашиною і, внаслідок цього, він також здатний ефективно забезпечувати процес перетворення механічної енергії в електричну, тобто індукувати в своїй нерухомій розподільній обмотці 3 статора 2, в першу чергу, і постійну обертову Е.Р.С. Е згідно закону електромагнітної індукції по виразу М.Фарадея, а саме:

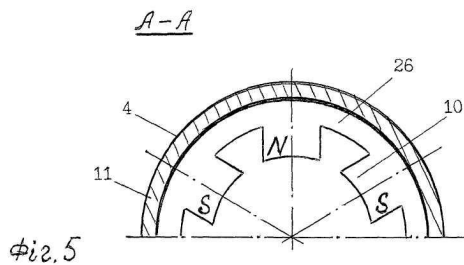
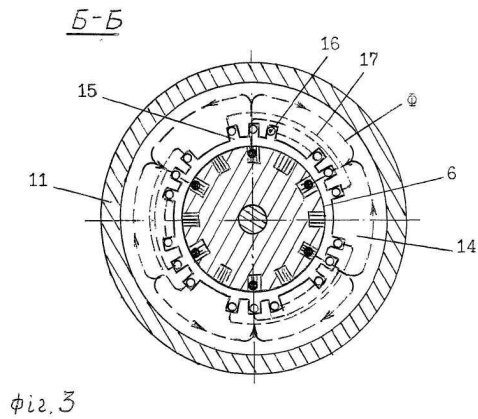
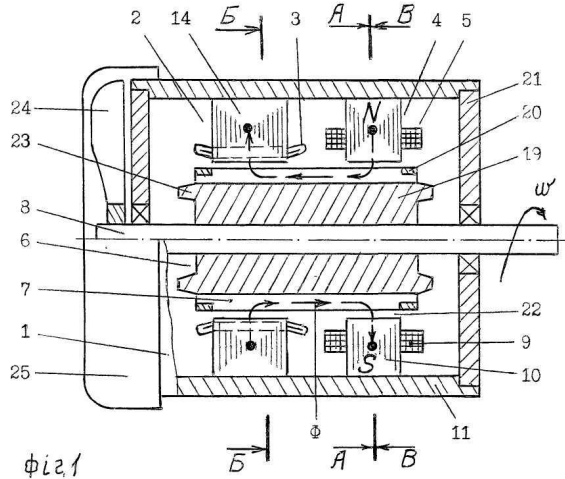
$$E = B \cdot l \cdot v, \quad (2)$$

де B - індукція магнітного потоку  $\Phi$  збудження індуктора;

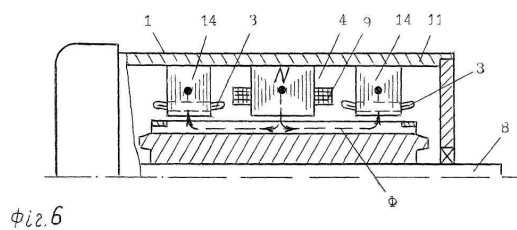
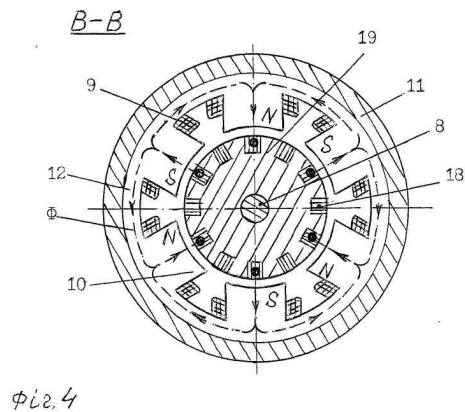
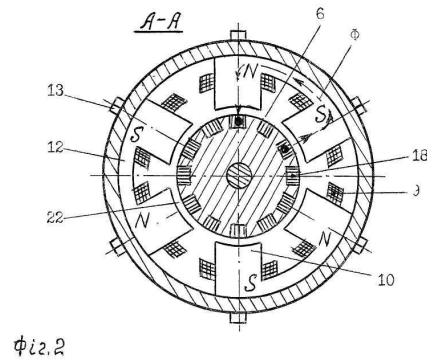
l - сумарна активна довжина всі провідників розподільної обмотки статора;

$v$  - швидкість переміщення магнітного потоку  $\Phi$  збудження разом з аксіально шихтованими феромагнітними пакетами ротора відносно провідників розподільної обмотки статора.

Запропонований спосіб збудження електромашин дозволяє його застосовувати і для виготовлення так званих лінійних двигунів, які застосовують для отримання лінійного переміщення. В генераторному режимі лінійні електромашини практично не застосовуються.



Безконтактність, постійний та змінний струм живлення, висока надійність та простий спосіб регулювання частоти обертання ротора в пристроях для здійснення заявленого способу збудження електромашин дозволяють їх широко застосовувати, в першу чергу, в якості загальнопромислового двигуна в регульованому електроприводі в усіх галузях промисловості без всяких обмежень, що дозволить отримати за рахунок цього значний економічний зиск для суспільства.



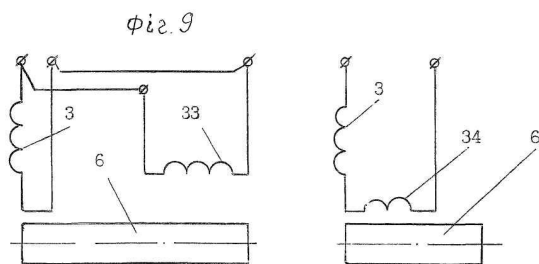
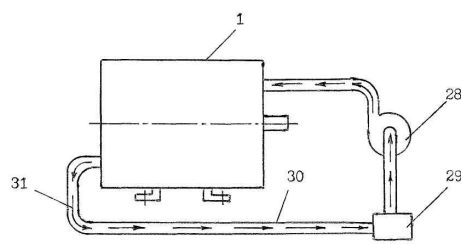
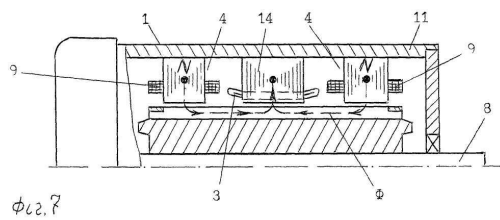


Fig. 12

Fig. 13

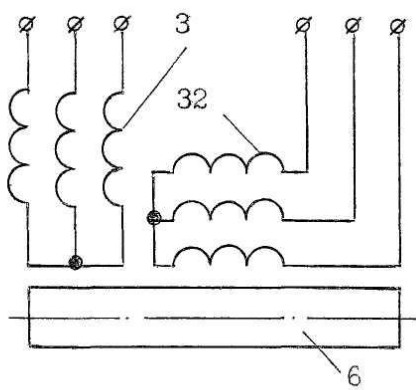


Fig. 15

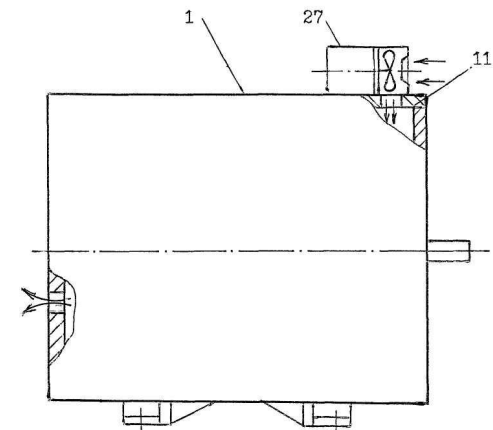


Fig. 8

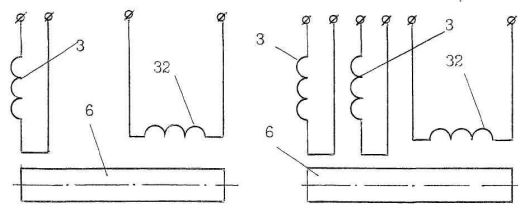


Fig. 10

Fig. 11

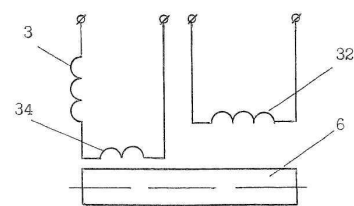


Fig. 14

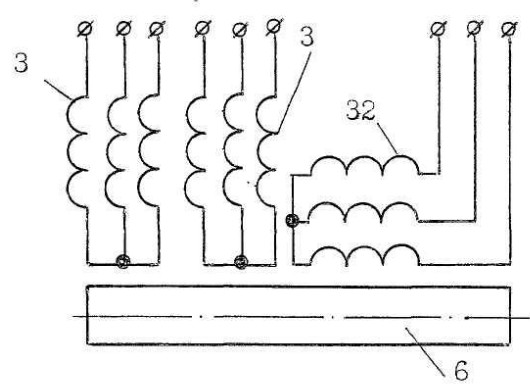
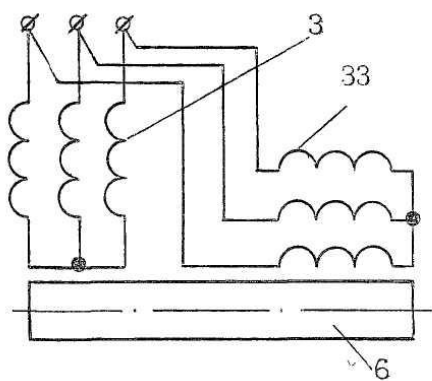
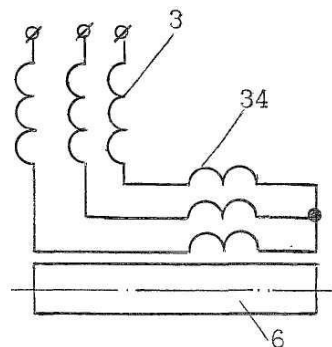


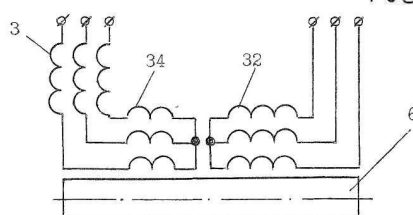
Fig. 16



Фіг. 17



Фіг. 18



Фіг. 19