



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116602** (13) **U**
(51) МПК (2017.01)

F03D 3/06 (2006.01)

F03D 9/00

F03D 7/06 (2006.01)

F03D 1/06 (2006.01)

H02K 16/00

H02K 21/26 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 12945**
(22) Дата подання заявки: **19.12.2016**
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **25.05.2017**
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **25.05.2017, Бюл.№ 10**

(72) Винахідник(и):
**Жарков Антон Вікторович (UA),
Новах Богдан Станіславович (UA),
Шалигіна Ольга Валеріївна (UA),
Прийма Сергій Миколайович (UA),
Горбунов Іван Андрійович (UA)**
(73) Власник(и):
**Жарков Антон Вікторович,
вул. Гетьманська, 137, кв. 13, м.
Мелітополь, Запорізька обл., 72319 (UA),
МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ
ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ
БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО,
вул. Гетьманська, 20, м. Мелітополь,
Запорізька обл., 72312 (UA)**

(54) КОГЕНЕРАЦІЙНИЙ ВІТРОПАРК З АВТОНОМНИМ ДЖЕРЕЛОМ ЗБУДЖЕННЯ ІНДУКЦІЙНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

(57) Реферат:

Когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження індукційних перетворювачів (ІПЕВТ) містить нерухомий індуктор у вигляді двох сталевих дисків з зубчастою будовою прилеглих поверхонь з обмотками збудження, розташованими в кільцевих канавках прилеглих поверхонь сталевих дисків, і металевий дисковий ротор, розташований з подвійним зазором між ними, жорстко зв'язаний з валом вітродвигуна, співвісно розташований в резервуарі з теплоакumuлюючою рідиною, причому зубчасті поверхні прилеглих торців сталевих дисків розташовані дзеркально, а їхні індукційні обмотки збуджені постійним струмом в одному напрямі. Містить синхронний вітроелектрогенератор на постійних магнітах збудження з аксіальним магнітним полем, ротор виконаний дводисковим, багатополюсним з рівномірно закріпленими по колу периферії дисків постійними магнітами, а статор з якорними котушками без осердя розташований з подвійним зазором між дисками багатополюсного ротора, до виходу вітроелектрогенератора приєднаний випрямляч змінного струму, який містить двонапівперіодний діодний міст, зі згладжувальним конденсатором на виході, до якого через електронний ключ блока регулювання паралельно приєднані обмотки збудження кожного ІПЕВТ, датчик температури навколишнього середовища.

UA 116602 U

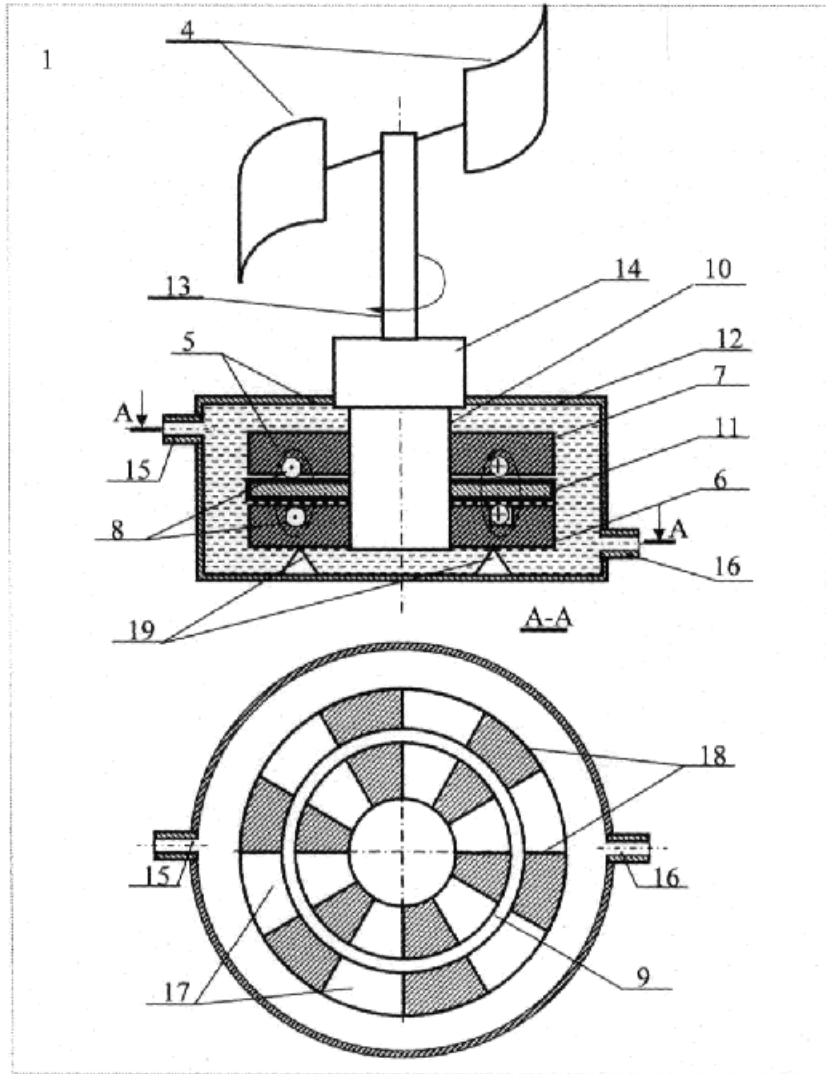


Fig. 1

Пропонована корисна модель належить до вітроенергетики, а саме - до когенераційних вітропарків приватних домогосподарств.

Відома вітротеплова установка (ВТУ), до складу якої входить електронагрівач, дія якого заснована на збудженні вихрових струмів. Вертикально розташований ротор електронагрівача приводиться в обертання від горизонтального вала крильчастого вітродвигуна через конічний редуктор, розміщеними на даху житлового будинку [1. Пат. 4421967 USA. МКИ H05B 6/06, F03D 9/00, опубл. 20.12.83].

Недоліком відомої ВТУ є низька надійність і негативний вплив на самопочуття мешканців із-за її розташування на даху житлового будинку.

Відомий також безредукторний вітроагрегат [2. Пат. USA 3740565, кл. 290-55, опубл. 1973], що містить горизонтально установлений магнітоелектричний генератор з сегментним ротором і круговим статором.

Недоліком названого вітроагрегату є його складність і громіздкість, що потребує великого обсягу будівельних і монтажних робіт.

Відомий також безредукторний вітроагрегат [3. а.с. SU МПК F03D 1/00, опубл. 1981] із вітродвигуна і електрогенератора, що містить статор, розташований всередині пустотілого ротора.

Недоліком названого вітроагрегату є наявність асинхронного генератора з короткозамкнутою обмоткою, що утруднює його використання в автономній мережі із-за потреби в додатковому джерелі збудження.

Відомий електричний генератор плоскої конструкції [5. Пат. UA № 8454. МПК⁷ H02K 21/26, H02K 16/00, опубл. 15.08.2005, Бюл. № 8], статор якого виконаний з тороїдального осердя, жорстко з'єднаного з нерухомим валом, на обох сторонах тороїдального осердя розташовані обмотки, а ротор з двох поєднаних багатополюсних дисків, розташованих в порожнині корпусу.

Недоліком електричного генератора плоскої конструкції є складність агрегування з привідними пристроями із-за виконання корпусу обертаним та незручність струмовідводу через вал статора і неможливість безпосереднього перетворення енергії вітру в теплоту.

Відомий також безредукторний малопотужний вітроелектрогенератор [4. Пат. 104467 UA. МПК F03D 7/06 (2006.01), F03D 1/06 (2006.01), опубл. 10.02.2016, Бюл. № 3], що містить співвісно розташовані ротор з сталевим магнітопроводом, з'єднаний з вихідним валом вітродвигуна, і дисковий статор з якірними котушками без осердя. Ротор виконаний дводисковим багатополюсним, з рівномірно закріпленими по колу на периферії дисків постійними магнітами, дзеркально розташованими один до одного різнойменними полюсами. Статор з якірними котушками без осердя плоскої трапецеїдальної форми, симетрично розташованими по внутрішньому периметру статорного диска, залитими компаундом, розташованого з подвійним зазором між сталевими дисками багатополюсного ротора.

Недоліком відомого вітроелектрогенератора є неможливість безпосереднього перетворення енергії вітру в теплоту.

Відомий також вітровий теплогенератор з самозбудженням [5. Пат. UA 64568, МПК F03D 7/06, опубл. 16.02.2004, Бюл. № 2], що містить індуктор в вигляді обмотки збудження, розташованої в кільцевій канавці на статорі, і ротор, зв'язаний з валом вітродвигуна, установлені співвісно з зазором між прилеглими торцями магнітопроводів, в прилеглих торцях магнітопроводів утворені радіальні зубці з постійним кроком, зубці статора розділені кільцевою канавкою на зовнішні і внутрішні, рівні за площею, внутрішні зубці зсунуті відносно зовнішніх на половину зубцевого кроку, додаткові обмотки ідентичного виконання розташовані симетрично на зубцях статора, з'єднані паралельно і через послідовно з'єднані випрямляч і регулювальний резистор приєднані до виводів обмотки збудження.

Недоліком відомого пристрою є низький ККД із-за додаткових втрат потужності в регулювальному резисторі і в якірних обмотках, обумовлений їхнім розташуванням на зубцях сталюого магнітопроводу, а також залежність величини генерованої ЕРС від остаточного намагнічування зубців, що затрудняє цілорічне використання пристрою для генерації електроенергії.

Найбільш близьким аналогом пристрою, що заявляється, вибраним як прототип, є малоінерційний індукційний перетворювач механічної енергії вітру в теплоту (ІПЕВТ) [6. Пат. 22765 UA. МПК F03D 7/00, опубл. 25.04.2007, Бюл. № 5], що містить нерухомий індуктор у вигляді двох сталевих дисків з зубчастою будовою прилеглих поверхонь з обмотками збудження, розташованими в кільцевих канавках прилеглих поверхонь свого магнітопроводу (сталюого диска), і металевий дисковий ротор, розташований з подвійним зазором між ними, жорстко зв'язаний з валом вітродвигуна, співвісно розташованих в резервуарі з теплоакумулюючою рідиною, причому зубчасті поверхні прилеглих торців сталевих дисків

розташовані дзеркально, а їхні індукційні обмотки збуджені постійним струмом в одному напрямі.

Недоліком пристрою, взятого за прототип, є відсутність надійного автономного джерела живлення індукційних обмоток ІПЕВТ.

5 В основу корисної моделі поставлена технічна задача створення когенераційного вітропарку з автономним джерелом збудження індукційних перетворювачів.

Поставлена задача вирішується тим, що когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження ІПЕВТ, що містить нерухомий індуктор у вигляді двох сталевих дисків з зубчастою будовою прилеглих поверхонь з обмотками збудження, розташованими в кільцевих канавках прилеглих поверхонь сталевих дисків, і металевий дисковий ротор, розташований з подвійним зазором між ними, жорстко зв'язаний з валом вітродвигуна, співвісно розташованих в резервуарі з теплоакумулюючою рідиною, причому зубчасті поверхні прилеглих торців сталевих дисків розташовані дзеркально, а їхні індукційні обмотки збуджені постійним струмом в одному напрямі, згідно з корисною моделлю, містить синхронний вітроелектрогенератор на постійних (неодимових) магнітах збудження з аксіальним магнітним полем, ротор виконаний дводисковим, багатополюсним, з рівномірно закріпленими по колу периферії дисків постійними (неодимовими) магнітами, а статор з якірними котушками без осердя розташований з подвійним зазором між дисками багатополюсного ротора, до виходу вітроелектрогенератора приєднано випрямляч змінного струму, який містить двонапівперіодний діодний міст, зі згладжувальним конденсатором на виході, до якого через електронний ключ блока регулювання паралельно приєднані обмотки збудження кожного ІПЕВТ, датчик температури навколишнього середовища.

Також поставлена задача вирішується за рахунок того, що дисковий ротор ІПЕВТ - сталевий, з двох сторін покритий тонким шаром металу з підвищеною електропровідністю; статор вітроелектрогенератора виготовлений у вигляді симетрично розташованих по внутрішньому периметру статорного диска плоских якірних котушок трапецеїдальної форми, залитих компаундом, котушки з'єднані згідно з послідовністю.

Протікання випрямленого струму по обмоткам збудження створює аксіальний магнітний потік. Співвісне розташування сталевих дисків з зубчастою будовою прилеглих поверхонь в магнітному потоці створює в зазорі змінну магнітну індукцію: максимальну між зубцями і мінімальну між пазами. Обертання сталевих роторних дисків в змінному магнітному полі індукують в ньому вихрову ЕРС і вихровий струм. Покриття сталевих дисків ротора з обох боків шаром металу з високою електропровідністю, наприклад, міддю чи дюралюмінієм, усуває його залипання, сприяє збільшенню вихрових струмів в поверхневій частині сталевих дисків ротора і більш інтенсивній тепловіддачі. Сталева серцевина ротора зменшує магнітний опір між зубчастими сталевими дисками. Виконання резервуара з теплоакумулюючою рідиною циліндричним, і розташування на ободі сталевих дисків ротора лопатей (не показано) під кутом до спільної осі з робочим зусиллям до вихідного патрубку забезпечує додаткове переміщення рідини і її тепловіддачу, що сприяє скорішому обігріву об'єкта [7. Атрошенко О.С., Жарков А.В., Жарков В.Я. Вдосконалення індукційного перетворювача механічної енергії вітру в теплоту // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ, 2008. - С. 209-211].

Виконання ротора вітроелектрогенератора дводисковим, багатополюсним, з рівномірно закріпленими по колу периферії дисків постійними магнітами (неодимовими) збудження з аксіальним магнітним полем, забезпечує його надійність і компактність. Використання якірних котушок без осердя усуває залипання ротора, зменшує момент зрушення і забезпечує запуск при слабкому вітрі. Виготовлення якірних котушок плоскими трапецеїдальної форми, зменшує зазор між роторними дисками і розширює діапазон використання швидкості вітру. Згідно з послідовністю з'єднання якірних котушок в статорні обмотки забезпечує збільшення ЕРС на виході.

Випрямляч змінного струму забезпечує живлення обмоток збудження кожного ІПЕВТ, конденсатор згладжує пульсації струму, блок керування забезпечує замкнення електронним ключем силового кола збудження при появі сигналу від датчика температури навколишнього середовища.

Технічна суть і принцип роботи запропонованого когенераційного вітропарку з автономним джерелом збудження індукційних перетворювачів пояснюється графічним матеріалом:

55 на фіг. 1 - будова індукційного перетворювача енергії вітру в теплоту;
на фіг. 2 - будова вітроелектрогенератора на неодимових магнітах збудження з аксіальним магнітним полем;
на фіг. 3 - статорний диск вітроелектрогенератора з якірними котушками;
на фіг. 4 електрична схема випрямляча змінного струму.

Когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження індукційних перетворювачів містить декілька ВТУ 1 і принаймні один автономний вітроелектрогенератор 2 з випрямлячем змінного струму 3. Кожна ВТУ 1 містить вітродвигун 4 та ІПЕВТ 5, який складається з нерухомих сталевих дисків 6,7 з зубчастою будовою прилеглих дзеркально розташованих торцевих поверхонь і індукційними обмотками збудження 8 в кільцевих канавках 9 кожного сталевого диска 6,7. На вихідному валу 10 ІПЕВТ 5 жорстко закріплений металевий дисковий ротор 11 з можливістю вільного обертання між нерухомими, співвісно розташованими сталевими дисками 6,7 в циліндричному резервуарі 12 з теплоакумуючою рідиною. Вал 13 вітродвигуна 4 через кінематичну передачу 14 з'єднаний з вихідним валом 10 ІПЕВТ 5. Металевий дисковий ротор 11 виконаний із маловуглецевої сталі з високою магнітною проникливістю, покритий з обох боків шаром металу з високою електропровідністю (не показано). Сталеві диски 6,7 і металевий дисковий ротор 11 установлені співвісно і поміщені в циліндричний резервуар 12 з вхідним 15 та вихідним 16 патрубками. Резервуар 12 виготовлений із немагнітного матеріалу, наприклад, із термопластика, і заповнений рідиною. В прилеглих торцях сталевих дисків 6,7 виконані радіальні пази 17 з постійним кроком і шириною утворених радіальних пазів 17, рівною ширині зубців 18. Зубчасті поверхні прилеглих торців нижнього 6 і верхнього 7 сталевих дисків розташовані дзеркально (тобто зуб проти зуба, а паз проти паза), а їхні індукційні обмотки 8 збуджені постійним струмом в одному напрямку. Сталеві диски 6,7 закріплені в циліндричному резервуарі 12 на опорах 19.

Вітроелектрогенератор 2 (фіг. 2) містить статор 20 та дводисковий ротор 21, розташовані у корпусі 22. Дводисковий ротор 21 жорстко закріплений на валу 23, установленому в підшипниках 24, що закриті з обох боків кришками 25, на сталевих дисках якого рівномірно по колу закріплені постійні (неодимові) магніти 26 з дзеркально розташованими один до одного різнойменними полюсами. Між роторними дисками 21 з подвійним зазором розташований статор 20 з плоскими якірними котушками 27 трапецеїдальної форми без осердя. Якірні котушки 27 з'єднані згідно з послідовністю в обмотки, установлені в площині статора перпендикулярно осі вихідного вала 23 і залиті компаундом. Кінці обмоток 27 виведені в клемну коробку 28. Статор 20 з якірними обмотками 27 жорстко закріплений шпильками 29 в корпусі 22. Вал 23 вітроелектрогенератора 2 кінематично з'єднаний з вихідним валом 30 вітродвигуна (не показано).

До статорних обмоток 27 вітроелектрогенератора 2 приєднано випрямляч змінного струму 3 (фіг. 4), який містить двонапівперіодний діодний міст 31, зі згладжувальним конденсатором 32 на виході, до якого через електронний ключ 33 блока регулювання 34 паралельно приєднані обмотки збудження 8 кожного ІПЕВТ 5, датчик температури 35 навколишнього середовища.

Пристрій працює таким чином. Від вітрового потоку вітродвигуни 4 приводять в дію свої ВТУ 1 та вітроелектрогенератор 2, до статорних обмоток 27 якого приєднано випрямляч змінного струму 3, який живить обмотки збудження 8 усіх ІПЕВТ 5. Одночасно вихідний вал 30 (фіг. 2) вітродвигуна (не показано) передає обертовий момент через кінематичний зв'язок вала 23, який обертає закріплені на ньому сталеві роторні диски 21 з закріпленими на них неодимовими магнітами 26. Так як магніти 26 розташовані дзеркально з різнойменними полюсами один до одного, то створюють аксіальний магнітний потік, який замикається через сталеві роторні диски 21 і плоскі якірні котушки 27. При обертанні роторних дисків 21 магнітний потік неодимових магнітів 26 по черзі пронизує якірні котушки 27 і індукує в них ЕРС. Для збільшення вихідної ЕРС якірні котушки 27 з'єднані згідно з послідовністю в статорні обмотки, кінці яких виведені в клемну коробку 28. Напруга з статорної обмотки 27 надходить на діодний міст 31 випрямляча змінного струму 3, пульсація струму згладжується конденсатором 32. Температура навколишнього середовища через датчик 35 контролюється блоком регулювання 34. Коли температура середовища нижче від уставленого значення блок регулювання 34 відкриває електронний ключ 33 і регулює ним струм в обмотках збудження 8 ІПЕВТ 5, в залежності від відхилення температури середовища від уставленого значення. Сталеві диски 6,7 ІПЕВТ 5 намагнічуються магнітним полем збудження в одному напрямі одночасно. Із-за зубчастої будови торців сталевих дисків 6,7 магнітна індукція в зазорі буде неоднорідною і матиме пилкоподібний вигляд: від мінімального значення $B_{\delta min}$ між пазами 17 до максимального значення $B_{\delta max}$ між зубцями 18. Таким чином, при обертанні в неоднорідному магнітному полі індукція B в металевому роторі 11 пульсує, не змінюючи знак від $B_{\delta max}$ до $B_{\delta min}$. Її можна представити у вигляді двох складових [7]: змінної з амплітудою

$$B_{\delta-} = 0,5 (B_{\delta max} - B_{\delta min}) \text{ і постійної, рівною}$$

$$B_{\delta=} = 0,5 (B_{\delta max} + B_{\delta min}).$$

Змінна складова магнітного поля індукує в дисковому роторі 11, а переважно у зовнішньому шарі з високою електропровідністю, ЕРС і вихрові струми частотою [7]:

$$f=Zn$$

де Z - кількість зубців на кожному магнітопроводі 6,7 ІПЕВТ 5;

n - частота обертання дискового ротора 11, с^{-1} .

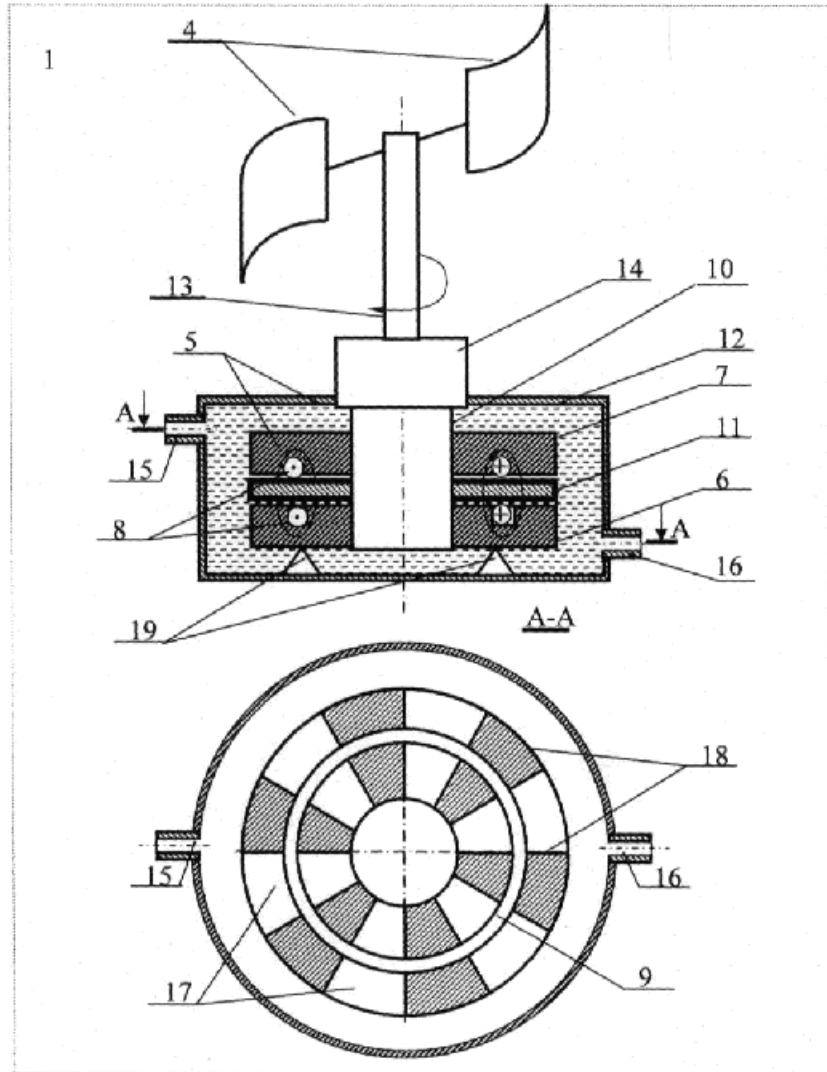
5 Вихрові струми за законом Джоуля - Ленца нагрівають дисковий ротор 11, переважно його поверхню, а від нього нагрівається рідина в резервуарі 12, яка може використовуватися для обігріву споруд, парників та теплиць. Постійна складова магнітного потоку ніяких ЕРС не індукує, тому ця частина магнітного потоку не приймає участі в перетворенні енергії вітру в теплоту.

10 ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

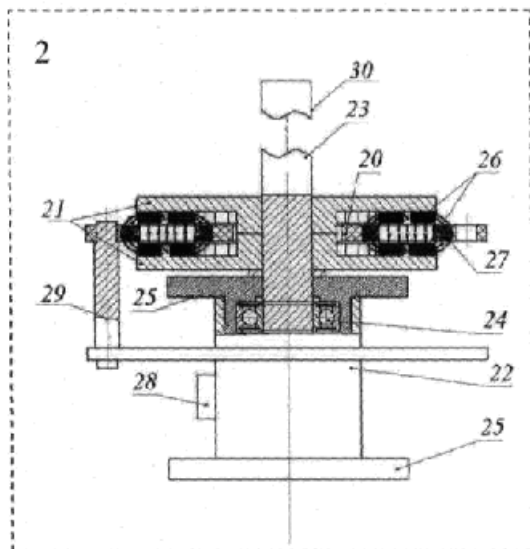
1. Когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження індукційних перетворювачів (ІПЕВТ), що містить нерухомий індуктор у вигляді двох сталевих дисків з зубчастою будовою прилеглих поверхонь з обмотками збудження, розташованими в кільцевих канавках прилеглих поверхонь сталевих дисків, і металевий дисковий ротор, розташований з подвійним зазором між ними, жорстко зв'язаний з валом вітродвигуна, співвісно розташованих в резервуарі з теплоакumuлюючою рідиною, причому зубчасті поверхні прилеглих торців сталевих дисків розташовані дзеркально, а їхні індукційні обмотки збуджені постійним струмом в одному напрямі, який **відрізняється** тим, що містить синхронний вітроелектрогенератор на постійних магнітах збудження з аксіальним магнітним полем, ротор виконаний дводисковим, багатополюсним з рівномірно закріпленими по колу периферії дисків постійними магнітами, а статор з якірними котушками без осердя розташований з подвійним зазором між дисками багатополюсного ротора, до виходу вітроелектрогенератора приєднаний випрямляч змінного струму, який містить двонапівперіодний діодний міст, зі згладжувальним конденсатором на виході, до якого через електронний ключ блока регулювання паралельно приєднані обмотки збудження кожного ІПЕВТ, датчик температури навколишнього середовища.

2. Когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження ІПЕВТ за п. 1, який **відрізняється** тим, що дисковий ротор індукційного перетворювача - сталевий, покритий з обох боків тонким шаром металу з підвищеною електропровідністю.

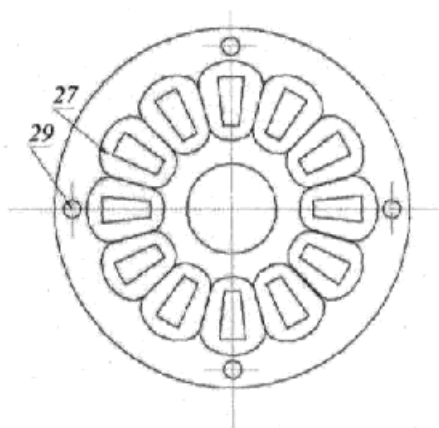
30 3. Когенераційний вітропарк з автономним джерелом збудження ІПЕВТ за п. 2, який **відрізняється** тим, що статор вітроелектрогенератора виготовлений у вигляді симетрично розташованих по внутрішньому периметру статорного диска плоских якірних котушок трапецеїдальної форми, залитих компаундом, котушки з'єднані згідно з послідовністю.



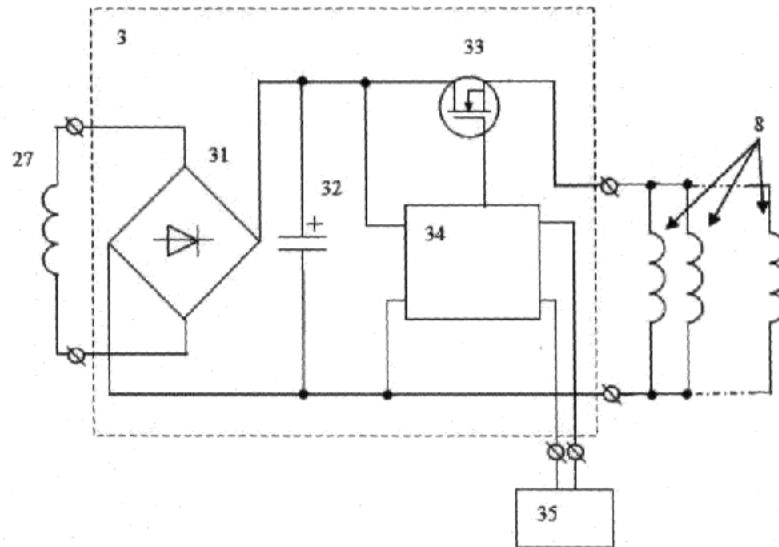
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка В. Мацело

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601