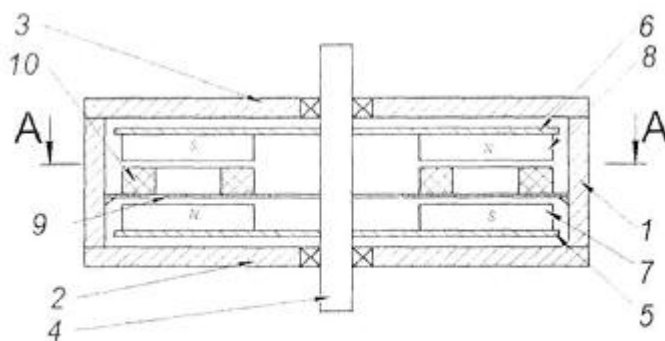




УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116497** (13) **U**  
(51) МПК**H02K 21/26** (2006.01)**F03D 7/06** (2006.01)**F03D 1/06** (2006.01)МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ****(21)** Номер заявки: **u 2016 12024****(22)** Дата подання заявки: **28.11.2016****(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),  
Жарков Віктор Якович (UA),  
Нових Богдан Станіславович (UA),  
Орловський Ігор Анатолійович (UA)****(73)** Власник(и):**Жарков Антон Вікторович,  
вул. Гетьманська, 137, кв. 13, м.  
Мелітополь, Запорізька обл., 72319 (UA),  
Жарков Віктор Якович,  
вул. Гетьманська, 137, кв. 13, м.  
Мелітополь, Запорізька обл., 72319 (UA)****(54) ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКА ЗІ ЗМІНОЮ ЧАСТОТИ ОБЕРТАННЯ ПЕРЕКОМУТАЦІЄЮ СТАТОРНОЇ ОБМОТКИ****(57)** Реферат:

Вітроенергоустановка зі зміною частоти обертання перекомутацією статорної обмотки містить співвісно розташовані дводисковий багатополіусний ротор з постійними магнітами, дзеркально розташованими один до одного різнойменними полюсами, і дисковий статор з декількома якірними котушками без осердя, з'єднаними в статорну обмотку, закріпленими на периферії статорного диска, розташованого з зазором між дисками ротора. Статорна обмотка містить парну кількість якірних котушок і комутаційні контакти для зміни кількості паралельних гілок з окремих груп послідовно з'єднаних якірних котушок при суттєвій зміні швидкості вітру.

**Фіг. 1****UA 116497 U**



Корисна модель належить до вітроенергетики і може бути використана в присадибних вітроенергоустановках (ВЕУ) для перетворення енергії вітру в електрику.

Відомо, що в невеликих ВЕУ найбільш розповсюджені багатополюсні генератори з постійними магнітами [1. Jon Twidell and Tony Weir. Renewable Energy Resources. - London and New York: Taylor & Francis, 2006. - P. 312-314]. Перевагою машин з постійними магнітами є простота конструкції, відсутність контакту ковзання, високий ККД і менше нагрівання із-за відсутності втрат в обмотці збудження і в контакті ковзання [2. Токарев Б.Ф. Электрические машины. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - С. 442-443]. В невеликих ВЕУ часто встановлюють два генератора річної потужності, наприклад, 5 і 22 кВт, які автоматично вмикаються відповідно при слабому і сильному вітрі [1].

Недоліком останніх ВЕУ є складність і дороговизна конструкції, обумовлена потребою в додатковому генераторі, розрахованому на свій діапазон робочого вітру. Це призведе до простою одного з генераторів при значному відхиленні його швидкохідності  $Z$  від оптимальної величини  $Z_{\text{опт}}$  і, відповідно, до зменшення коефіцієнта використання енергії вітру  $C_p$  [1, С. 285-286, рис. 9.12].

Відома також синхронна генераторна установка зі збудженням від постійних магнітів, що містить нерухомий вузол статора з опорними підшипниками, на якому змонтований кільцевий магнітопровід з полюсними виступами на периферії і розміщеними на них якірними котушками, а також встановлений на обертовому валу ротор з постійними магнітами збудження [3. Л.И. Вольдек. Электрические машины, - Ленинградское отделение: Энергия, 1974. - С. 794].

Недоліками відомої синхронної генераторної установки є велика металоємність і значні габарити, обумовлені значними металоємністю і габаритами масивного циліндричної форми ротора, виконаного з постійними магнітами збудження з магнітотвердих сплавів (типу Алні, Алніко та ін.).

Відома також синхронна генераторна установка зі збудженням від постійних магнітів, що містить нерухомий несучий вузол статора з опорними підшипниками, на якому змонтований кільцевий магнітопровід з полюсними виступами на периферії, з розміщеними на них котушками якірної обмотки, встановлений на опорному валу з можливістю обертання в опорних підшипниках кільцевий ротор зі змонтованими на внутрішній боковій стінці постійними магнітами збудження, що утворюють між собою кільцевий вкладиш з чергуванням в окружному напрямку магнітних полюсів, що охоплюють полюсні виступи з котушками якірної обмотки кільцевого магнітопроводу статора [4. Пат. RU № 2069441. МПК H02K21/22 по заявці № 4894702/07 від 01.06.1990].

Недоліками відомої синхронної генераторної установки є мала експлуатаційна надійність, обумовлена низькою надійністю кріплення окремих постійних магнітів до внутрішньої бокової стінки індуктора (кільцевої обійми ротора), а також вузькі експлуатаційні параметри, обумовлені як відсутністю можливості регулювання активної потужності генераторної установки, так і відсутністю можливості регулювання напруги і струму на виході цієї установки.

Відомий безредукторний малопотужний вітроелектрогенератор, взятий за прототип [5. Пат. UA №104467. МПК F03D7/06, F03D 1/06. - Оpubл. 10.02.2016, Бюл. № 3], що містить багатополюсний дводисковий сталевий ротор, з рівномірно закріпленими по колу на периферії дисків постійними магнітами, дзеркально розташованими один до одного різномісними полюсами, з'єднаний з вихідним валом вітроподвигуна, і дисковий статор з якірними котушками без осердя, розташований з повітряним зазором між дисками багатополюсного ротора. Статор виготовлений у вигляді симетрично розташованих по внутрішньому периметру плоских якірних котушок, з'єднаних згідно послідовно і залитих компаундом.

Недоліком пристрою, взятого за прототип, є малий діапазон робочої швидкості, обумовлений незмінною кількістю полюсів статорної обмотки, відхилення швидкохідності ВЕУ  $Z$  від оптимальної величини  $Z_{\text{опт}}$  і, відповідно, до зменшення коефіцієнта використання енергії вітру  $C_p$ .

В основу корисної моделі поставлена задача створення ВЕУ з розширеним діапазоном використання енергії вітру за рахунок зміни кількості полюсів статорної обмотки, залежно від швидкості вітру: збільшення кількості полюсів статорної обмотки вдвое при кожному подвоєнні швидкості вітру, і навпаки, зменшення кількості полюсів статорної обмотки вдвое при відповідному зменшенні швидкості вітру шляхом перекомутації статорної обмотки генератора.

Поставлена задача вирішується тим, що в вітроенергоустановці зі зміною частоти обертання перекомутацією статорної обмотки, яка містить співвісно розташовані дводисковий багатополюсний ротор з постійними магнітами, дзеркально розташованими один до одного різномісними полюсами, і дисковий статор з декількома якірними котушками без осердя,

з'єднаними в статорну обмотку, закріпленими на периферії статорного диска, розташованого з зазором між дисками ротора, згідно з корисною моделлю, статорна обмотка містить парну кількість якірних котушок, і комутаційні контакти для зміни кількості паралельних гілок з окремих груп послідовно з'єднаних якірних котушок при суттєвій зміні швидкості вітру. В іншій конкретній

5 формі виконання статорна обмотка містить  $n$  якірних котушок, кратне 4, і декілька груп комутаційних контактів для подвоєння кількості паралельних гілок з послідовно з'єднаних якірних котушок шляхом з'єднання їх в групи при кожному подвоєнні швидкості вітру, і навпаки.

Виконання ротора багатополісним забезпечує збільшення частоти генерованої ЕРС, тобто обійтися без мультиплікатора. Рівномірне закріплення по колу на периферії роторного диска постійних магнітів забезпечує надійне збудження магнітного поля і стабільність частоти генерованої ЕРС в статорній обмотці. Виконання якірних котушок без осердя зменшує втрати електроенергії і момент зрушення вітроелектрогенератора, забезпечує його запуск при незначній швидкості вітру. Розташування статорної обмотки на статорі дозволяє уникнути рухомих контактів, а отже, підвищити ККД і надійність генератора. Виконання якірних котушок плоскими трапецеїдальної форми покращує компактність статора, збільшує коефіцієнт використання об'єму статора, а отже, сприяє зменшенню габариту і маси генератора. З'єднання якірних котушок послідовно забезпечує збільшення КРС в статорній обмотці генератора. Зміна кількості полюсів статорної обмотки шляхом зміни кількості якірних котушок в паралельних гілках 16:8:4:2 забезпечує розширення діапазону робочої швидкості вітру в діапазоні 1:2:4:8, 20 приближення швидкохідності  $BEU \ Z$  до оптимальної величини  $Z_{opt}$  і збільшення коефіцієнту використання енергії вітру  $C_p$ .

Таким чином, корисна модель забезпечує розширення діапазону робочої швидкості вітру за рахунок зміни кількості полюсів статорної обмотки.

Суть корисної моделі пояснюють креслення.

25 Фіг. 1 - Будова однофазного синхронного вітроелектрогенератора зі збудженням від постійних магнітів;

Фіг. 2 - Статор з якірними котушками;

Фіг. 3 - Дводисковий багатополісний ротор з постійними магнітами.

Фіг. 4-16 - полюсна статорна обмотка з 16 якірних котушок;

30 Фіг. 5-8 - полюсна статорна обмотка з 2-х паралельних гілок;

Фіг. 6-4 - полюсна статорна обмотка з 4-х паралельних гілок;

Фіг. 7-2 - полюсна статорна обмотка з 8-ми паралельних гілок;

Фіг. 8 - Комутаційна таблиця.

BEU зі зміною частоти обертання перекомутацією кількості полюсів статорної обмотки складається з циліндричного корпусу 1, закритого підшипниковими щитами 2, 3, вала 4, дводискового багатополісного ротора 5, 6 з неодимовими магнітами 7, 8, бакелітового статорного диска 9 з якірними котушками 10, груп комутаційних контактів 11, 12, 13.

BEU зі зміною частоти обертання перекомутацією кількості полюсів статорної обмотки працює наступним чином.

40 При появі вітру вал 4, з'єднаний з вихідним валом вітродвигуна (не показано), установлений в підшипникових щитах 2, 3 циліндричного корпусу 1, починає обертатися разом з дводисковим багатополісним ротором 5, 6. Обертове магнітне поле неодимових магнітів 7, 8, закріплених відповідно на нижньому 5 і верхньому 6 сталевих дисках, по черзі пересікають якірні котушки 10, установлені на бакелітовому статорному диску 9, закріпленому в циліндричному корпусі 1, генеруючи в них ЕРС. Узгоджене послідовне з'єднання шістнадцяти якірних котушок забезпечує збільшення ЕРС в статорній обмотці 10 (Фіг. 4). Частота цієї ЕРС залежить від кількості пар полюсів  $p$  і частоти обертання ротора  $n$  [2.Токарев Б.Ф. Электрические машины. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - С. 343.]

$$f = \frac{pn}{60}.$$

50 Для отримання стандартної частоти 50 Гц при кількості пар полюсів  $p=16$  (як на Фіг. 4) необхідно мати частоту обертання ротора

$$n = \frac{60f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{16} = 187,5 \text{ об/хв.}$$

Чим більша кількість пар магнітних полюсів  $p$ , тим менша потрібна частота обертання ротора  $n$ . При незначній швидкості вітру вал 4, а з ним і дводисковий ротор 5, 6 починає обертатися, магнітне поле кожної пари магнітів 7, 8 по черзі пересікають витки 16-полюсної статорної обмотки 10, індукуючи ЕРС в кожній з шістнадцяти якірних котушок (режим 1 на Фіг.

8). Підшипникові щити 2, 3 закривають циліндричний корпус 1 від проникнення пилу і води, чим підвищують надійність роботи вітроелектрогенератора. Бакелітовий статорний диск 1, на якому закріплені епоксидною смолою якорні котушки 10, забезпечує міцність конструкції. При збільшенні швидкості вітру вдвоє надходить сигнал від датчика швидкості вітру на електромагнітне реле комутаційного апарату (не показано), замикається група комутаційних контактів 11 (Фіг. 5), утворюючи дві паралельні гілки по вісім якорних котушок (режим 2 на Фіг. 8). Частота обертання за формулою [2] зростає до 375 об/хв. При подальшому збільшенні швидкості вітру замкнеться група комутаційних контактів 12 (Фіг. 6, режим 3 на Фіг. 8), а потім - 13 (Фіг. 7, режим 4 на Фіг. 8), і частота обертання ротора досягне максимальної величини 750 об/хв. При зменшенні швидкості вітру, навпаки - кількість якорних котушок в кожній гілці збільшується: 2:4:8:16, а частота обертання ротора відповідно зменшується (режими 4, 3, 2, 1 на Фіг. 8) до мінімальної величини 187,5 об/хв.

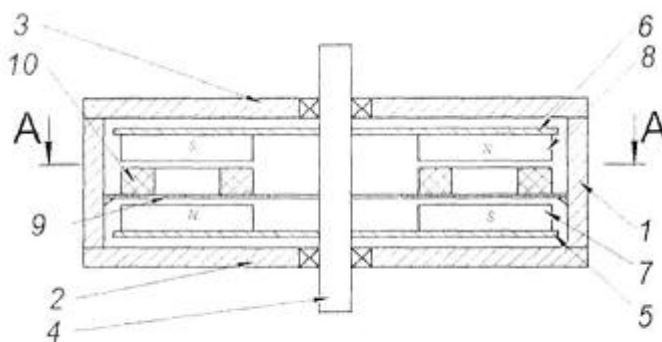
Таким чином, корисна модель забезпечує розширення діапазону робочої швидкості вітру, збільшення коефіцієнта використання енергії вітру  $C_p$ , спрощення і здешевлення конструкції.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

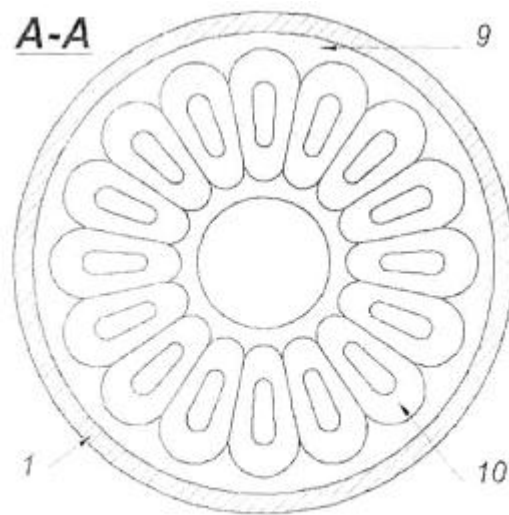
1. Вітроенергоустановка зі зміною частоти обертання перекомутацією статорної обмотки, що містить співвісно розташовані дводисковий багатополісний ротор з постійними магнітами, дзеркально розташованими один до одного різнойменними полюсами, і дисковий статор з декількома якорними котушками без осердя, з'єднаними в статорну обмотку, закріпленими на периферії статорного диска, розташованого з зазором між дисками ротора, яка **відрізняється** тим, що статорна обмотка містить парну кількість якорних котушок і комутаційні контакти для зміни кількості паралельних гілок з окремих груп послідовно з'єднаних якорних котушок при суттєвій зміні швидкості вітру.

2. Вітроенергоустановка зі зміною частоти обертання перекомутацією статорної обмотки за п. 1, яка **відрізняється** тим, що статорна обмотка містить  $n$  якорних котушок, кратне 4, і декілька груп комутаційних контактів для подвоєння кількості паралельних гілок з послідовно з'єднаних якорних котушок шляхом з'єднання їх в групи при кожному подвоєнні швидкості вітру, і навпаки.

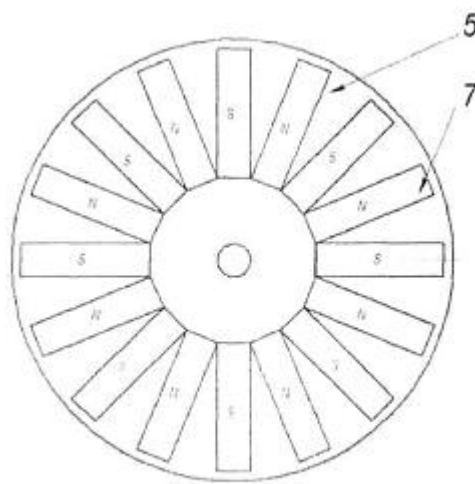
3. Вітроенергоустановка зі зміною частоти обертання перекомутацією статорної обмотки за будь-яким з пп. 1, 2, яка **відрізняється** тим, що статорна обмотка містить 16 котушок і декілька груп комутаційних контактів для зміни кількості полюсів статорної обмотки у співвідношенні 16:8:4:2 шляхом подвоєння кількості паралельних гілок з послідовно попарно з'єднаних якорних котушок при кожному подвоєнні швидкості вітру у співвідношенні 1:2:4:8, і навпаки.



Фіг. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**



Fig. 4

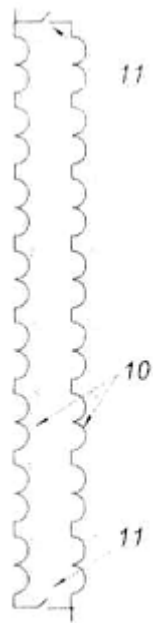


Fig. 5

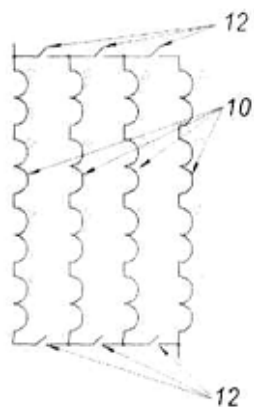


Fig. 6

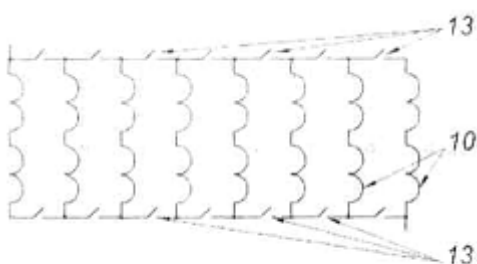


Fig. 7

Комутаційна таблиця			
Режим, №	Стан комутаційних контактних груп		
	11	12	13
1			
2	X		
3		X	
4			X

Fig. 8

---

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