



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82741 (13) C2
(51) МПК (2006)
F03D 1/00
F03D 7/04 (2006.01)
F03D 9/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ВІТРОЕЛЕКТРИЧНА УСТАНОВКА ВЕУ

1

(21) а200606503
(22) 13.06.2006
(24) 12.05.2008
(46) 12.05.2008, Бюл.№ 9, 2008 р.
(72) МАЙБОРОДА ГЕОРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
UA
(73) МАЙБОРОДА ГЕОРГІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
UA
(56) SU 1703854, 07.01.1992
SU 941666, 07.07.1982
SU 1353926, 23.11.1987
GB 292917, 04.10.1928
(57) 1. Вітроелектрична установка, що містить трилопатевий вітродви́гун, редуктор, асинхронний трифазний електричний генератор і блок керування, яка **відрізняється** тим, що трилопатевий вітродви́гун має горизонтальну вісь обертання вітроколеса, яка збігається з напрямком вітру, до трилопатєвого вітродви́гуна приєднано двоступеневий циліндричний редуктор, що передає зусилля від трилопатєвого вітродви́гуна до електрогенератора, лопаті трилопатєвого вітродви́гуна виготовлені із пресованих алюмінієвих профілів з пустотілими каналами усередині, блок керування містить блок збудження електрогенератора, а також вітроелектрична установка додатково містить вві́дросний пристрій, який постійно орієнтує трилопатєвий вітродви́гун на вітер, та відцентровий аеродинамічний регулятор кутової швидкості, який повертає лопаті навколо їх поздовжньої осі.
2. Вітроелектрична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що трилопатєвий вітродви́гун з двоступеневим циліндричним редуктором, асинхрон-

2

ний трифазний електричний генератор і вві́дросний пристрій змонтовані на опорно-поворотному механізмі, який установлений на опорі-трубі, причому електрогенератор з двоступеневим циліндричним редуктором розміщені всередині кожуха, який захищає їх від дії несприятливих погодних умов.
3. Вітроелектрична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що лопаті трилопатєвого вітродви́гуна мають постійний поперечний переріз, у пустотілих каналах кожної лопаті натягнуто трос, який у випадку пошкодження лопаті не дає їй можливості відірватися від трилопатєвого вітродви́гуна.
4. Вітроелектрична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що змонтований на опорно-поворотному механізмі вві́дросний пристрій має розміщені з обох боків крильчатки, за допомогою яких трилопатєвий вітродви́гун постійно орієнтується на вітер.
5. Вітроелектрична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що блок керування додатково містить блок стабілізатора напруги.
6. Вітроелектрична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що додатково містить джерело безперебійного живлення змінним струмом мережної напруги, яке складається із зарядного пристрою, акумуляторної батареї та інвертора.
7. Вітроелектрична установка за п. 2, яка **відрізняється** тим, що опора-труба складається із сполучених кріпленнями двох або трьох секцій, на нижній секції знаходиться ключ, за допомогою якого запускають або зупиняють трилопатєвий вітродви́гун.

Винахід стосується пристроїв для перетворення енергії вітру в електричну енергію, а саме, до вітроелектричних установок з горизонтальною віссю обертання вітродви́гуна, що збігається з напрямком вітру, і може бути використаний для створення автономних вітроелектричних установок малої потужності до 100кВт, які можуть працювати у сільському господарстві, на промислових

об'єктах, у приватному жилому секторі, а також у побутовій сфері тощо.

Відома вітроенергетична установка [патент Російської Федерації № 2 225 631 МПК⁷ F03D7/04, дата публікації 10.03.2004], що складається з вітродви́гуна, передатного пристрою, датчика швидкості, п-полісного асинхронного генератора з конденсаторами порушення, пристрою комутації, що

(19) UA (11) 82741 (13) C2

додатково містить електромагнітну муфту з обмоткою керування, Вітроенергетична установка містить додаткові конденсатори, пристрій стабілізації напруги, формувач імпульсів, що задає генератор частоти, пристрій синхронізації і підсилювач, причому вітрова двигун через передавальний пристрій з'єднаний з датчиком швидкості і ведучим валом електромагнітної муфти яка вихідним валом з'єднана з ротором n-полюсного багатошвидкісного асинхронного генератора, обмотки якого з'єднані з входом блоку комутації, вихід якого з'єднаний з конденсаторами порушення, додатковими конденсаторами, з вихідними затискачами, пристроєм стабілізації напруги і формувачем імпульсів, що з'єднаний з першим входом пристрою синхронізації, а його другий вхід з'єднаний з генератором частоти, що задає, вихід пристрою синхронізації з'єднаний із входом підсилювача, а останній - з обмоткою керування електромагнітної муфти.

Спільними ознаками з пристроєм, що заявляється, є: вітрова двигун, електричний генератор, пристрій для передавання механічного зусилля від вітрового двигуна до електричного генератора, блок регулювання електричного струму.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є не досить вдало вибраний тип електричного генератора та вітрового двигуна.

Відомий вітроелектричний двигун [деклараційний патент України на корисну модель №3277, МПК⁷ F03D1/00, 15.11.2004, бюл. №11, 2004р.], який виконано у вигляді вертикальної колони, вітрових коліс, механізмів передачі, редуктора і генератора, який відрізняється тим, що на вертикальній колоні шарнірно встановлено підставку з можливістю вільного обертання навколо осі в горизонтальній площині, на лівому кінці підставки на осі встановлено опору, яка зафіксована в вертикальному положенні розкосом, а на колоні жорстко закріплена в горизонтальній площині і перпендикулярно до осі опори підставка, на краях якої встановлені планетарні редуктори повітряних коліс таким чином, що конічні сонячні шестерні жорстко з'єднані з нею, а корпуси планетарних редукторів встановлені з можливістю вільного обертання навколо осі, а зірочки, які закріплені на корпусах редукторів, з'єднані ланцюговою передачею з зірочками вала, який через шків редуктора пасовою передачею з'єднаний з валом генератора, причому між колоною і підставкою встановлена стабілізаційна площа, а основою вітрового колеса є корпус конічного планетарного редуктора, на якому в одній площині з інтервалом 120° рівномірно по колу жорстко встановлені три трубчаті щогли, на кінцях яких в їхній площині і перпендикулярно до їхніх осей жорстко закріплені три напрямні, на кінцях щогл, у площині, перпендикулярній до осі напрямних, встановлені осі куліс, причому на осі встановлені куліси, які шатунами з'єднані з повзунком, що розміщений на напрямній, а через щогли встановлені вали, на кінцях яких розміщені конічні сателітні шестерні, які входять в зацеплення з нерухомою центральною шестірнею, і кривошипи, які через шатуни з'єднані з повзунками, на кулісах однією вершиною зафіксовані трикутні тканинні вітрила, які з однієї сторони закріплені на ролику, а

кривошипи виставлені таким чином, що при перебуванні щогл у верхньому вертикальному положенні вони є у крайньому лівому положенні, що відповідає максимальному розкриттю вітрил, причому корпуси планетарних конічних редукторів встановлено з можливістю вільного кругового обертання навколо осі нерухомих центральних шестерень, які є в горизонтальній площині, на корпусах планетарних редукторів встановлено черв'ячні редуктори, а на валах черв'ячних коліс жорстко встановлені по два крайні і центральні барабани з можливістю кругового обертання навколо осі, а між цими барабанами встановлені муфти з можливістю осевого переміщення для входження в зацеплення з валом крайніх і центральних барабанів, а на корпусах планетарних конічних редукторів встановлені електромагніти, а на крайніх і центральних барабанах встановлені електромагнітні гальма, які зв'язані з корпусом, а на щоглах встановлені кронштейни, на яких шарнірно встановлені на кожному валу вертикальні барабани, на які намотані полотнища вітрил, та нижні вертикальні барабани, на які намотані привідні канати крайніх і центральних барабанів, крім цього на вертикальних барабанах закріплені однією стороною трикутні вітрила, а третьою вершиною - канатами через блоки, які закріплені на кулісах через блоки з барабанами.

Спільними ознаками з пристроєм, що заявляється, є: вертикальна колона з вітровим двигуном, редуктор і генератор.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є надмірна складність конструкції.

Відома вітроенергетична установка [заявка Російської Федерації на винахід №2003116804, МПК⁷ F03D1/00, дата публікації 2005.09.10], що містить основу, розміщений на основі вертикальний ротор із закріпленими на роторі увігнутими лопатями, привід електричного генератора, електричний генератор, блок стабілізації параметрів електричного струму. Установка містить горизонтальний концентратор повітряних потоків у вигляді циліндричного барабана, закріпленого на валу ротора вітроенергетичної установки, лопаті вітроенергетичної установки розміщені із зовнішнього боку горизонтального концентратора повітряних потоків і з'єднані тримачами з валом ротора із можливістю кутового переміщення щодо валу ротора, на тримачах лопатей шарнірно закріплені пальці-штовхачі, що упираються в пази-гнізда диска, скріпленого з валом ротора вітроенергетичної установки. На тримачах лопатей вітроенергетичної установки розміщені елементи, що забезпечують розкриття лопатей при відсутності повітряного потоку, що набігає на них, і амортизують різке взаємне переміщення лопатей із тримачами при раптовій зміні швидкості повітряних потоків. Вітроенергетична установка також може містити вертикальні верхній і нижній концентратори повітряних потоків, що мають можливість переміщення по вертикалі щодо лопатей вітроенергетичної установки, відкриваючи або закриваючи доступ до них повітряних потоків. Вітроенергетична установка додатково містить механізм автоматичного розкриття або закриття зазору між вертикальними

верхнім і нижнім концентраторами повітряних потоків, залежно від швидкості повітряних потоків, що набігають на лопаті вітроенергетичної установки. Механізм автоматичного розкриття або закриття зазору між вертикальними верхнім і нижнім концентраторами повітряних потоків виконаний у вигляді відцентрового регулятора, який передає переміщення на блоко-тросовий механізм підйому або опускання вертикальних верхнього і(або) нижніх концентраторів повітряних потоків. Лопаті вітроенергетичної установки розміщені на всій циліндричній поверхні горизонтального концентратора повітряних потоків і виконані у вигляді пластин-лусочок, що відходять від циліндричної поверхні горизонтального концентратора повітряних потоків по дотичним. Лопаті вітроенергетичної установки розміщені на циліндричній поверхні горизонтального концентратора повітряних потоків з можливістю розвороту на осі, розташованій на утворюючій циліндричну поверхню горизонтального концентратора для захоплення повітряних потоків, що набігають.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є відносно надмірна складність конструкції, що істотно впливає на ціну вітроенергетичної установки.

За прототип вибрана автономна вітроелектростанція малої потужності [патент України на корисну модель №13702, МПК⁷ H02P9/00; F03D3/00; F03D9/00, дата публікації 17.04.2006], яка містить вітроподвигун, електричний генератор, пристрій для передавання механічного зусилля від вітроподвигуна до електричного генератора, блок регулювання електричного струму, згідно з корисною моделлю, як вітроподвигун вона містить трилопатевиї напівсферичний аеродинамічний профіль вітроподвигун, як електричний генератор - асинхронний трифазний генератор з конденсаторами збудження, як блок регулювання електричного струму - стабілізатор напруги, а також додатково містить редуктор і перетворювач числа фаз, який складається з двох трансформаторів з різними коефіцієнтами трансформації, що підключені до окремих фаз виходу трифазного генератора, причому один контакт первинної обмотки першого трансформатора приєднаний до одної з фаз асинхронного трифазного генератора, а другий контакт первинної обмотки першого трансформатора приєднаний до середньої точки другого трансформатора, а вторинні обмотки обох трансформаторів з'єднані узгоджено і підключені до стабілізатора напруги, вихід якого з'єднаний із споживачем. Коефіцієнт трансформації першого трансформатора більший у $\frac{\sqrt{3}}{2}$ рази від коефіцієнта трансформації другого трансформатора.

Спільними ознаками з пристроєм, що заявляється, є: наявність у конструкції пристрою-прототипу трилопатевого вітроподвигуна, редуктора, асинхронного трифазного електричного генератора, і блока керування.

Причинами, що перешкоджають одержанню потрібного технічного результату, є не досить вдало вибраний тип вітроподвигуна та відносна складність електричної системи генератора.

В основу винаходу поставлена задача у вітроелектричній установці, шляхом зміни конструктивних елементів і введення додаткових пристроїв, забезпечити підвищення стабільності електропостачання та надійності в експлуатації

Поставлена задача вирішується тим, що вітроелектрична установка, яка складається з трилопатевого вітроподвигуна, редуктора, асинхронного трифазного електричного генератора, і блока керування, згідно з винаходом, трилопатевиї вітроподвигун має горизонтальну вісь обертання вітроколеса, яка збігається з напрямком вітру, до трилопатевого вітроподвигуна приєднано двоступеневий циліндричний редуктор, що передає зусилля від трилопатевого вітроподвигуна до електрогенератора, лопаті трилопатевого вітроподвигуна виготовлені із пресованих алюмінієвих профілів з пустотілими каналами усередині, блок керування містить блок збудження електрогенератора, а також вітроелектрична установка додатково містить віндрозний пристрій, який постійно орієнтує трилопатевиї вітроподвигун на вітер, та відцентровий аеродинамічний регулятор кутової швидкості, який повертає лопаті навколо їх поздовжньої осі.

Перша додаткова відмінність полягає в тому, що трилопатевиї вітроподвигун з двоступеневим циліндричним редуктором, асинхронний трифазний електричний генератор і віндрозний пристрій змонтовані на опорно-поворотному механізмі, який установлений на опорі-трубі, причому електрогенератор з двоступеневим циліндричним редуктором розміщені в середині кожуха, який захищає їх від дії несприятливих погодних умов.

Друга додаткова відмінність полягає в тому, що лопаті трилопатевого вітроподвигуна мають постійний поперечний переріз, у пустотілих каналах кожної лопаті натягнуто трос, який у випадку пошкодження лопаті не дає їй можливості відірватися від трилопатевого вітроподвигуна.

Третя додаткова відмінність полягає в тому, що змонтований на опорно-поворотному механізмі віндрозний пристрій має розміщені з обох боків крильчатки, завдяки яким трилопатевиї вітроподвигун постійно орієнтується на вітер.

Четверта додаткова відмінність полягає в тому, що блок керування додатково містить блок стабілізатора напруги.

П'ята додаткова відмінність полягає в тому, що вітроелектрична установка ВЕУ додатково містить джерело безперебійного живлення змінним струмом мережевої напруги, яке складається із зарядного пристрою, акумуляторної батареї та інвертора.

Шоста додаткова, до першої додаткової, відмінність полягає в тому, що опора-труба складається із сполучених кріпленнями двох або трьох секцій, на нижній секції знаходиться ключ, за допомогою якого запускають або зупиняють трилопатевиї вітроподвигун.

Суть винаходу пояснюється кресленнями, де на Фіг. 1 зображено загальний вигляд вітроелектричної установки ВЕУ, на Фіг.2 зображено у збільшеному вигляді трилопатевиї вітроподвигун, на Фіг.3 зображено поперечний переріз лопаті, а на Фіг.4 наведено структурно-функціональну схему вітроелектричної установки ВЕУ.

Вітроелектрична установка ВЕУ складається з трилопатевого вітродвигуна 1, який розміщено на валу 2. Вал 2 з'єднаний із двоступеневим циліндричним редуктором 3, що передає обертальний момент асинхронному електродвигуну трифазного струму, який виконує функції електрогенератора (на кресленнях не показано). Віндрозний пристрій 4 орієнтує трилопатевий вітродвигун 1 на вітер. Трилопатевий вітродвигун 1, двоступеневий циліндричний редуктор 3, електрогенератор і віндрозний пристрій 4 змонтовані на опорно-поворотному механізмі (на кресленнях не показано), який установлений на опорі-трубі 5, що складається з двох або трьох секцій. Двоступеневий циліндричний редуктор з електрогенератором знаходяться в середині кожуха 6, який захищає їх від дії несприятливих погодних умов. До опори-труби 5 приєднано чотири розчалки 7, які за допомогою тяг 8 прикріплені до якорів 9. Для регулювання та закріплення у вертикальному положенні опори-труби 5 розчалки 7 натягають за допомогою талрепів 10 з чотирьох боків. Стріла підйому 11 призначена для того, щоб під час монтажу установки повернути у вертикальне положення опору-трубу 5 навколо шарнірного механізму 12 за допомогою лебідки або трактора. На нижній секції опори-труби 5 знаходиться ключ 13, за допомогою якого запускають або зупиняють трилопатевий вітродвигун 1. Блок керування і блок збудження 14 забезпечують контроль параметрів напруги, керування подальшим направленням трифазного змінного струму, а також роботу асинхронного електродвигуна в режимі електрогенератора. Трилопатевий вітродвигун 1 складається з трьох лопатей 15 (Фіг.2), які жорстко закріплені в махах 16, що, в свою чергу, на підшипниках установлені в маточинах 17. Відцентровий аеродинамічний регулятор кутової швидкості 18 забезпечує можливість повороту лопатей 15 навколо їх поздовжньої осі за рахунок відцентрових сил, що діють на грузи 19 під час обертання трилопатевого вітродвигуна 1. Грузи 19 жорстко закріплені на махах 16. Лопаті 15 виготовлені з алюмінієвих сплавів (ГОСТ 4784-97) методом екструзії за ДСТУ Б В. 2.6-3-95 (ГОСТ 22233-93) і мають форму пресованих профілів постійного поперечного перерізу з пустотілими каналами в середині. На Фіг.3 зображено поперечний переріз лопаті, яка складається з корпусу 20, в якому розміщені пустотілі канали 21-25. Форма, розміри та розміщення пустотілих каналів були визначені у результаті експериментальних досліджень різних варіантів пустотілих каналів, відбору оптимальної форми та числа пустотілих каналів. Пустотілі канали мають такі функціональні призна-

- зменшують вагу лопаті;
- забезпечують підвищення міцності та надійності завдяки загартуванню алюмінієвого сплаву по всій товщині стінок лопаті, при цьому зникає можливість появи мікротріщин в корпусі лопаті;
- пустотілий канал 21, крім того, призначений для виконання балансування лопатей;
- у пустотілі канали 22 і 25 протягують і фіксують трос (на кресленнях не показаний), який на випадок механічного пошкодження лопаті не дає їй

можливість відірватись від трилопатевого вітродвигуна 1.

Вітроелектрична установка ВЕУ працює у такий спосіб. Трилопатевий вітродвигун 1 обертає вал 2, який за допомогою двоступеневого циліндричного редуктора 3, передає обертальний момент електрогенератору (на кресленнях не показаний). Орієнтація за напрямком вітрового потоку виконується за допомогою віндрозного пристрою 4. Трилопатевий вітродвигун 1 по відношенню до вітрового потоку знаходиться за опорою-трубою 5. Обертовий момент на трилопатевоу вітродвигуні 1 створюється за рахунок впливу на кожну лопать 15 аеродинамічної підйімальної сили вітру. Постійне значення кутової швидкості обертання трилопатевого вітродвигуна 1 в діапазоні швидкості вітру (4,5-25м/с) забезпечує відцентровий аеродинамічний регулятор 18. Якщо швидкість вітру більша 25м/с, трилопатевий вітродвигун 1 автоматично вимикається. Обертовий момент від трилопатевого вітродвигуна 1 через двоступеневий циліндричний редуктор 3 передається електрогенератору, що генерує змінний трифазний струм. По розміщеному в середині опори-труби 5 електричному кабелю (на кресленнях не показаний) генерований змінний трифазний струм надходить до блока керування і збудження 14, де відбувається контроль параметрів напруги, керування подальшим направленням трифазного змінного струму до блока стабілізатора напруги, а також, забезпечення збудження асинхронного електродвигуна, що виконує функції електрогенератора (Фіг.4). Стабілізована трифазна напруга 380В, 50Гц від блока стабілізатора напруги надходить до комутаційного пристрою, який працює в автоматичному і/або ручному режимі і керує трьома варіантами режимів роботи:

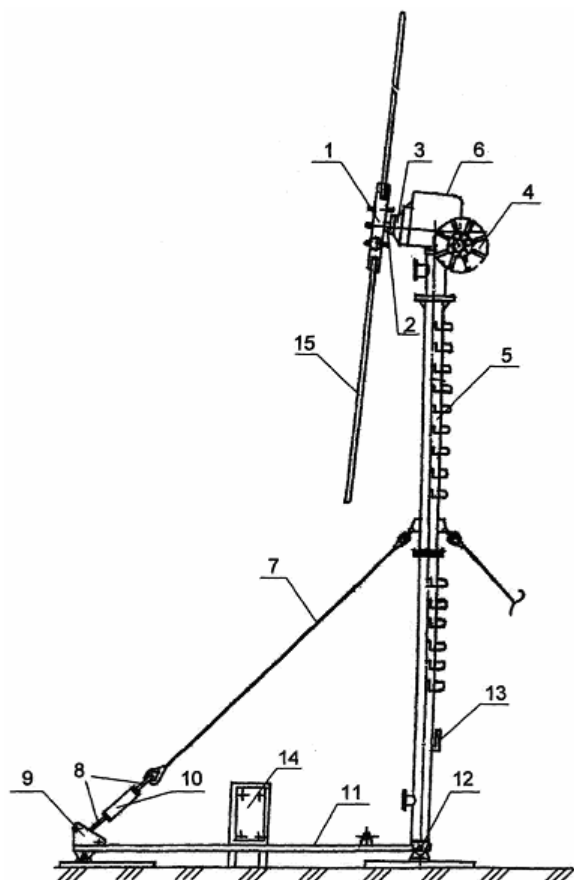
- 1) автономним, в якому стабілізована трифазна напруга 380В, 50Гц надходить до споживача;
- 2) резервним режимом, в якому стабілізована трифазна напруга 380В, 50Гц надходить на зарядний пристрій, який випрямляє змінну напругу на постійну і заряджає акумуляторну батарею. Постійна напруга з акумуляторної батареї надходить на інвертор, який перетворює постійну напругу в змінну однофазну стабілізовану напругу 220В, 50Гц, яка у випадку необхідності надходить до споживача. Зарядний пристрій, акумуляторна батарея та інвертор є складовими елементами джерела безперебійного живлення.
- 3) режим, за яким одночасно направляється споживачеві стабілізована трифазна напруга 380В, 50Гц від комутаційного пристрою, а також однофазна стабілізована напруга 220В, 50Гц від інвертора.

Зворотній зв'язок з інвертора до електрогенератора може використовуватись для підтримання роботи електродвигуна в режимі електрогенератора, коли швидкість вітрового потоку нижче 4,5м/сек. Це дає можливість забезпечити більш тривалу та стабільну роботу вітроелектричної установки ВЕУ.

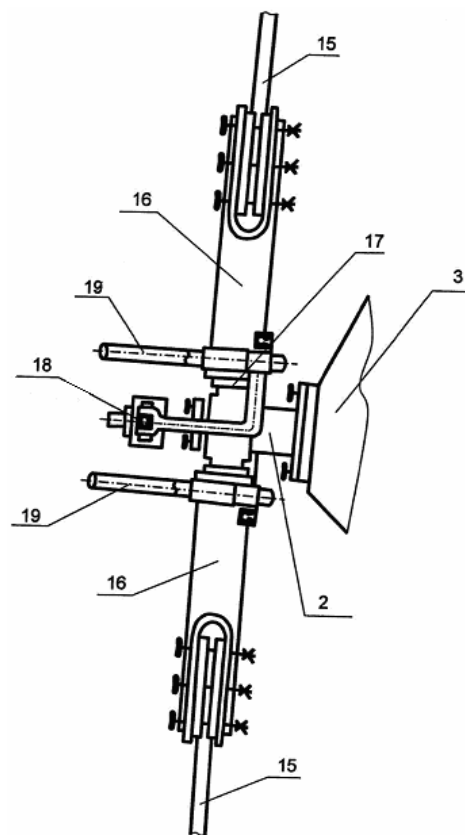
Попередні іспити дослідної ВЕУ показали, що вітроелектрична установка працездатна, не потребує постійної присутності обслуговуючого персоналу.

Вітроелектрична установка ВЕУ, що заявляється, порівняно проста за конструкцією, надійна в

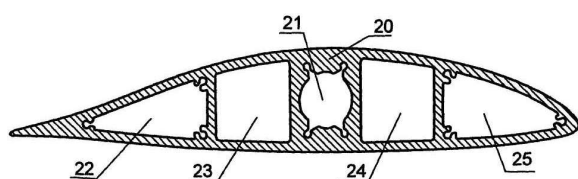
експлуатації, може бути виготовлена на стандартному обладнанні.



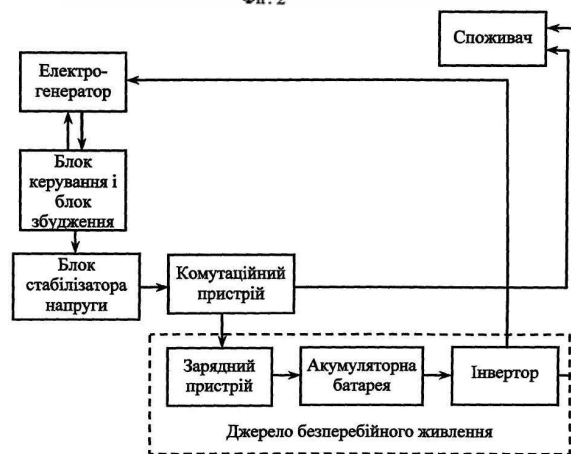
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4