



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **81015** (13) **U**
(51) МПК

F03D 1/02 (2006.01)

F03D 7/02 (2006.01)

F03D 11/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: а 2010 06719	(72) Винахідник(и): Мхітарян Нвер Мнацаканович (UA), Кудря Степан Олександрович (UA), Кравченко Ігор Павлович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.06.2010	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2013	
(41) Публікація відомостей про заявку: 12.12.2011, Бюл.№ 23	(73) Власник(и): ІНСТИТУТ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ НАН УКРАЇНИ, вул. Червоногвардійська, 20-а, м. Київ, 02094 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2013, Бюл.№ 12	

(54) ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА

(57) Реферат:

Вітроенергетична установка містить опору у вигляді колони круглого або багатокутного перетину, гондолу на верхній частині опори, вітрове колесо на одному з кінців гондoli у вигляді маточини з закріпленими на ній лопатями і посадженої на горизонтальний вал, встановлений в гондолі на підшипниках. Механізм гондoli доповнений ще одним вітровим колесом, аналогічним першому, але з лопатями, виконаними по куту атаки вітрового потоку дзеркально лопатям першого колеса, встановленим на окремому додатковому валу, співвісному з першим валом симетрично або, як варіант, асиметрично опорі і концентрично до першого вала. До вільних кінців валів, протилежних колесам, приєднаний інтегруючий редуктор з однією вихідною шестірнею, однією шестірнею-лінивцем та двома вхідними шестірнями, кожна з яких приєднана до одного з валів.



Фиг. 1

UA 81015 U

Корисна модель належить до вітроенергетики, тобто до галузі використання енергії вітру, а саме до горизонтально-осьових пристроїв типу вітродвигунів для перетворювання енергії руху вітру в механічне обертання валу вітродвигуна, до якого можуть бути приєднані різноманітні механічні пристрої чи перетворювачі механічної енергії, зокрема електрогенератори, теплоенергетичні і насосні станції і т. і.

Відомий пристрій для перетворювання енергії вітру у механічну енергію обертання валу, а останню в електричну енергію, що складається із опори у вигляді щогли або башти, змонтованої на її верхній платформі гондоли, яка містить горизонтальний вал із закріпленням на одному з його кінців вітровим колесом у вигляді маточини з радіальними лопатями, а до другого кінця безпосередньо або через редуктор приєднаний електрогенератор [В.С. Кривцов, А.М. Олейников, А.И. Яковлев "Неисчерпаемая энергия" книга 2 (ветроэнергетика), Харьков, ХАИ, 2004, - С. 149-165].

Недоліком цього пристрою є те, що максимальні потужності, досягнуті пристроями такого типу, вже не можуть радикально збільшуватись за рахунок збільшення діаметра вітрового колеса і висоти центру його обертання, які вже і так майже досягли критичних величин. Так, установка "Repower 5M" німецької фірми REpower Systems AG електричною потужністю 5 мегават має діаметр вітрового колеса 126 м при висоті його центру 100-120 м від поверхні землі, масі колеса 120 т і масі гондоли 290 т. [Wind Enenergy 2006, BWE•Windenergie 2006, стор. 133]. Подальше збільшення цих параметрів практично неможливе як через проблеми монтажу, так і через проблеми міцності як самої опори, так і окремих елементів установки, зокрема лопатей. Не може бути збільшеною і потужність генератора, змонтованого на вершині опори через ті ж габаритно-вагові обмеження.

Відомий також пристрій, вибраний як прототип [В.С. Кривцов А.М., Олейников, А.И. Яковлев "Неисчерпаемая энергия" книга 2 (ветроэнергетика), Харьков, ХАИ, 2004, - С. 177-180], що складається із щогли, платформи на її вершині, на якій встановлена вітроелектрогенеруюча установка з двома вітровими колесами, що обертаються у взаємно протилежних напрямках і приводять у дію два, кожний по одному, електрогенератора, механічно з'єднаних між собою.

Недоліками цього пристрою є:

1. Установка не є цілісним пристроєм, а є всього лиш комбінацією двох однакових малопотужних вітроелектрогенераторів, змонтованих на одній платформі і не є двоколісною вітровою машиною, обидва колеса якої працюють на одне силове, механічне чи електричне, навантаження.

2. Установка не може бути використаною інакше, ніж як електрогенеруюча, причому з занадто низькою якістю отримуваної електроенергії, оскільки вітрові колеса малої маси і, відповідно, малої інертності, посаджені безпосередньо на вали електрогенераторів і нестабільність руху вітру у вигляді частотних пульсацій та повільних флуктуацій безпосередньо впливає на стабільність струму, який, до того ж, генерується на малій частоті обертання роторів.

3. Установка належить до вітроелектроустановок найменш потужного класу А (до 5 кВт), що прийнятно тільки для невеликих локальних споживачів без високих вимог до якості струму. Для роботи в системних електромережах така установка не придатна.

В основу корисної моделі поставлена задача вдосконалення вітродвигунів, в тому числі найпотужнішого мегаватного класу, з метою суттєвого підвищення потужності, коефіцієнту використання енергії вітру і к.к.д. вітродвигуна без збільшення його габаритно-вагових параметрів або суттєвого зменшення цих параметрів при збереженні потужності, а також радикального зменшення масового навантаження на гондолу і на опору та встановлення приєднаних механізмів, наприклад електрогенераторів, не на опорі, а на землі. За рахунок цього покращуються енергетичні, техніко-економічні і експлуатаційні показники вітроенергетичної установки, зокрема в режимі приводу електрогенераторів, та питомі капітальні витрати на одиницю встановленої потужності.

Поставлена задача вирішується тим, що, оскільки потужність будь-якої вітросилової установки визначається, в першу чергу, площею, яку обмітає вітрове колесо, вітросиловий механізм ВЕУ доповнений другим валом і другим, аналогічним першому, але з дзеркально орієнтованим кутом атаки, вітровим колесом з протилежної або, як варіант, з тієї ж сторони гондоли, яке разом із своїм валом обертається в протилежну першому колесу сторону, а також інтегруючим або сумуючим редуктором, що сприймає потужності окремо від кожного з коліс, сумує їх та передає сукупну потужність на один вертикальний вал, до якого можуть бути приєднані як на вершині опори, так і на рівні землі механічні пристрої або перетворювачі механічної енергії в інший вид енергії, наприклад в електричну або в теплову. Інтегруючий редуктор являє собою механізм, що складається з комбінації чотирьох кутових зубчастих

шестерень, які знаходяться в постійному зачепленні між собою під кутом 90° між сусідніми шестірнями, змонтованих у прямокутну раму на чотирьох осях, розташованих взаємно перпендикулярно у вигляді уявної або реальної хрестовини, але в одній площині так, що обертання будь-якої з шестерень призводить до обертання в різних напрямках усієї системи шестерень. Шестірні, що знаходяться одна проти однієї і осі яких лежать на одній просторовій осі, мають попарно однаковий діаметр діляльного кола. Співвідношення ж між парами шестерень може бути рівним одиниці, меншим одиниці та більшим одиниці в залежності від призначення редуктора: передавати обертання без зміни передаточного числа, з прискоренням чи з уповільненням. Редуктор розміщений в гондолі вітроенергетичної установки так, що осі усіх шестерень лежать в одній вертикальній площині, причому, осі однієї пари шестерень горизонтальні і співпадають з осями валів вітроколів, а інша пара вертикальна і співпадає з віссю опори та з віссю механізму, приєднаного до вітроенергетичної установки, наприклад з віссю електрогенератора, що має вертикальну вісь обертання. У варіанті, коли вітрові колеса встановлені з одного краю гондоли, вертикальна вісь редуктора може як співпадати з віссю приєднаного механізму, так і бути віднесеною в гондолі на відстань і являти собою вісь первинної шестірні додаткового редуктора, вже вихідний вал якого співпадає з віссю опори і віссю приєднаного механізму. Варіант корисної моделі, що заявляється, коли вітрові колеса розташовані на різних кінцях гондоли симетрично опорі і який є основним варіантом, містить між редуктором і кожним з вітрових колів по одному пристрою для розвороту та фіксації лопатей в маточинах відносно подовжніх осей лопатей. Кожна лопать встановлена в маточині так, що вона може обертатись в маточині навколо своєї подовжньої осі на кут від найбільш оптимального кута атаки відносно вітру, до нульового кута, коли площа крила лопаті співпадає з віссю його обертання. В межах маточини хвостовик кожної лопаті циліндричний і має заглиблення для фіксації лопаті відносно маточини, та зубчастий сектор для зачеплення з рейкою механізму розвороту. Як передній, так і задній пристрої для розвороту та фіксації лопатей складаються з двох гідравлічних систем приводу на кожне вітрове колесо та однієї пари штоків на кожну лопать: один шток для фіксації і один у вигляді зубчастої рейки - для розвороту. Кожна гідравлічна система приводів складається з нерухомого гідроциліндра і диска, що обертається разом з валом вітрового колеса і ковзає по валу на шліцах за допомогою вилки, аналогічної механізму переключення передач у автомобіля, з'єднаної штоком з гідроциліндром. Кількість фіксованих положень лопаті визначається конструктивно в залежності від потужності установки, від кількості заданих ступенів регулювання потужності, від вітрових умов регіону і т. і., але не менше двох: для максимальної потужності і для загальмованого стану. Приєднання до вихідного валу редуктора механізмів, що споживають або перетворюють енергію установки, можливе трьома способами:

- механізм з вертикальною віссю обертання встановлюється за межами поворотної гондоли, але безпосередньо під нею в приміщенні на вершині опори;
- механізм з вертикальною віссю обертання встановлюється на землі в межах контуру цоколя опори;
- механізми з горизонтальною віссю обертання в кількості від одного до декількох встановлюються на землі за межами цоколя опори і приєднуються до вертикального привідного валу установки через редуктор, аналогічний тому, що встановлений в гондолі, але з протилежною функцією: диференціювати, тобто розподіляти, отриману на вході потужність між приєднаними механізмами, наприклад між електрогенераторами однакового або різного призначення. В цьому варіанті редуктор має на вертикальній осі дві шестірні, а на горизонтальних осях від двох до кількості механізмів, що приєднуються до установки.

Таким чином досягається очікуваний технічний результат, а саме: підвищується коефіцієнт використання енергії вітру, к.к.д. і потужність установки за рахунок майже подвоєного вітрового впливу на один приєднаний механізм, що визначається площею, охоплюваною кожним вітровим колесом; зменшується загальна маса гондоли завдяки тому, що маса інтегруючого редуктора суттєво менша за масу приєднаного механізму, наприклад електрогенератора, який, до того ж, приєднується в класичному варіанті також через редуктор, розташований в гондолі; зменшуються навантаження на опору, по-перше за рахунок зменшення маси обладнання, а по-друге, за рахунок симетрії як статичного навантаження на гондолу і на опору, так і динамічних навантажень та дії гіроскопічної пресесії від обертання колів по різні боки опори і в протилежних напрямках; покращуються експлуатаційні умови по обслуговуванню приєднаних механізмів, наприклад електростанції, розташованих не на висоті, а на землі; покращуються умови праці і техніка безпеки для обслуговуючого персоналу; зменшуються питомі капітальні витрати на одиницю встановленої потужності.

Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленнями, на яких зображені:

На фіг. 1, 2 - Зовнішній вигляд установки:

Фіг. 1 - виконання на опорі арматурного типу;

Фіг. 2 - виконання на суцільно-трубній сталевій опорі.

На фіг. 3, 4 - Схема розташування вітрових коліс:

5 Фіг. 3 - симетричний варіант;

Фіг. 4 - асиметричний (односторонній) варіант.

На фіг. 5 - Схема конструкції гондоли установки в симетричному виконанні.

На фіг. 6 - Схема потоків потужності в гондолі симетричного виконання.

На фіг. 7, 8 - Схема конструкції гондоли установки в асиметричному виконанні:

10 Фіг. 7 - розташування інтегруючого редуктора по осі опори;

Фіг. 8 - розташування інтегруючого редуктора за межами осі опори.

На фіг. 9-11 - Варіанти виконання інтегруючого редуктора:

Фіг. 9 - без зміни частоти обертання на вихідному валу;

Фіг. 10 - з прискоренням частоти обертання вихідного валу;

15 Фіг. 11 - з уповільненням частоти обертання вихідного валу.

На фіг. 12, 13 - Схема вітрового потоку через два вітрових колеса:

Фіг. 12 - фізична модель;

Фіг. 13 - геометрична модель.

На фіг. 14 - Схема конструкції пристрою для розвороту і фіксації лопатей відносно маточини
20 вітрового колеса

На фіг. 15-17 - Варіанти розташування приєднаного пристрою до вихідного валу установки:

Фіг. 15 - на вершині опори;

Фіг. 16 - на рівні землі в межах підніжжя цоколя опори;

Фіг. 17 - на рівні землі за межами підніжжя опори.

25 На фіг. 18 - Схема конструкції диференціюючого або розподільчого редуктора.

Вітроенергетична установка (фіг. 1-4) містить гондолу обтічної форми (фіг. 5), що складається з таких вузлів і деталей: переднє відносно вітрового потоку вітрове колесо 1, заднє вітрове колесо 9, вал переднього вітрового колеса 4, розташований горизонтально в рамі на підшипниках, вал заднього вітрового колеса 7, розташований аналогічно, пристрою 3 для розвороту лопатей відносно маточин на передньому і на задньому вітрових колесах, а також інтегруючий редуктор 5, приєднаний двома вхідними шестірнями 13 і 15 (фіг. 9-11) до валів переднього і заднього вітрових коліс, а однією з шестерень 16, що знаходиться в постійному зачепленні з вхідними шестірнями 13 і 15, приєднаний до вихідного валу 6 (фіг. 5) редуктора, який одночасно є вхідним валом пристрою, приєднаного до вітроенергетичної установки, наприклад, електрогенератора. Перетини лопатей заднього вітрового колеса мають дзеркальне відображення перетину лопатей переднього колеса, тому при набіганні вітрового потоку того ж напрямку, що і на переднє колесо, заднє колесо обертається в протилежну передньому колесу сторону. Лопаті вітрових коліс закріплені в маточинах так, що мають можливість обертатися в маточинах навколо своїх подовжніх осей, мають кожна з них в межах хвостовиків, на яких закріплені в маточинах, по одному сектору зубчастого вінця, з яким знаходиться в постійному зачепленні зубчаста рейка 17 механізму розвороту лопаті. Крім того в цих же межах хвостовика є ряд заглиблень, мінімально два - в положенні лопаті на максимальний кут атаки вітру, та на мінімальний кут, тобто на режим гальмування. В цих заглибленнях фіксується шток 18 пристрою для фіксації положення лопаті відносно маточини. Сам пристрій для розвороту і фіксації лопатей (фіг. 14) складається з двох дисків 19 і 22, посаджених на шліцьову частину валу 21 вітрового колеса ковзаючою посадкою з можливістю обертатися разом з валом та пересуватися вздовж по ньому. На одному з дисків 22 закріплені зубчасті рейки 17, що знаходяться в постійному зачепленні з зубчастим сектором хвостовика лопаті, на другому диску 19 аналогічно закріплені штоки 18, що фіксують положення лопаті. Кількість рейок і кількість штоків пристрою
45 відповідає кількості лопатей на кожному вітровому колесі. Кожен диск охоплюється ковзаючою по його зовнішньому вінцю вилкою 20 і 23, приєднаною до гідравлічного приводу пристрою розвороту і фіксації лопатей, аналогічно тому, як виконаний механізм переключення передач в коробці передач в автомобілі.

У варіанті гондоли з асиметричним розташуванням вітрових коліс (фіг. 2 і фіг. 7, 8) інтегруючий редуктор може розташовуватися як над центром опори і зі спів-паданням його вихідного валу з вхідним валом приєднаного пристрою (фіг. 7), так і на відстані від центра (фіг. 8). В цьому другому варіанті обертання на вхідний вал приєднаного пристрою передається через додатковий редуктор на шестірнях 10 і 11. В обох випадках при асиметричному розташуванні вітрових коліс гондола оснащується в протилежній колесам частині противагою
60 до вітрових коліс, яка ще виконує і роль флюгера (фіг. 4), що урівноважує масу двох вітрових

коліс відносно опори, розміщену по один бік від центру опори. Цей варіант розташування вітрових коліс придатний для використання в нижньому діапазоні потужностей установки, що заявляється.

Інтегруючий або сумуючий редуктор 5 (фіг. 5) складається з рами 12 (фіг. 9), двох вхідних шестерень 13 і 15, однієї шестірні-лінивця 14 і однієї вихідної шестірні 16, сполученої з вихідним валом усієї гондоли. Конструкція редуктора може мати коефіцієнт редукції як рівний одиниці (фіг. 9), так і більший одиниці (фіг. 10), так і менший одиниці (фіг. 11).

При розташуванні приєднаного пристрою по осі опори (фіг. 15 і 16) вихідний вал інтегруючого редуктора з'єднується безпосередньо з вхідним валом приєднаного пристрою. При розташуванні приєднаних пристроїв з горизонтальною віссю обертання на землі поза межами опори (фіг. 17), установка містить диференціюючий редуктор, конструктивно аналогічний інтегруючому редуктору, але із зворотнім його призначенням і, відповідно, підключенням до інтегруючого редуктора і до приєднаних пристроїв. Призначення диференціюючого редуктора - розподілити потужність, отриману вхідним валом, між приєднаними до нього пристроями, яких може бути декілька, але оптимально від 2-х до 4-х.

Вітроенергетична установка працює таким чином.

При набіганні вітрового потоку на переднє вітрове колесо воно обертається, наприклад, за годинниковою стрілкою. Та частина вітрового потоку, яка вступила у взаємодію з лопатями переднього вітрового колеса, зазнає деформації і відхилення від прямолінійного руху в бік, протилежний напрямку обертання переднього вітрового колеса (фіг. 12, 13). При цьому цей деформований потік набігає на заднє вітрове колесо саме в такому напрямку, який для колеса є сприятливим бо воно обертається в нашому прикладі проти годинникової стрілки. Крім того, на заднє колесо також діє тиск тієї частини потоку вітру, яка не прореагувала з лопатями у передньому колесі і пройшла крізь нього між його лопатями, простір між якими у вигляді сектора досить великий і сягає 120° при трилопатевому варіанті і 180° - при дволопатевому варіанті. Таким чином, заднє колесо обертається в сторону, протилежну передньому, вироблена ним потужність передається на другу вхідну шестірню інтегруючого редуктора, складається з потужністю, виробленою переднім вітровим колесом і, таким чином, збільшує потужність усієї вітросилової установки майже вдвічі. При цьому, реактивні сили, що діють на гондолу і на опору від обертання великої маси вітрових коліс, врівноважуються тим, що в пристрою, що заявляється, ці маси обертаються в протилежні сторони і їх реактивні сили та дія гіроскопічної прецесії врівноважують одна одну.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

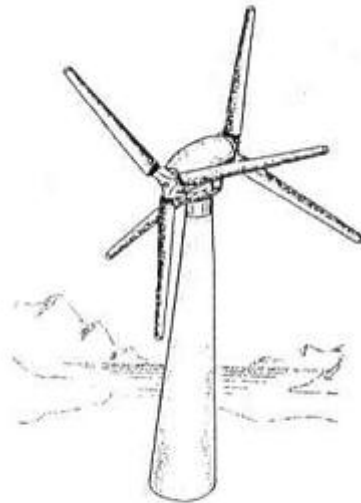
1. Вітроенергетична установка, що містить опору у вигляді колони круглого або багатокутного перетину, гондолу на верхній частині опори, вітрове колесо на одному з кінців гондоли у вигляді маточини з закріпленими на ній лопатями і посаженої на горизонтальний вал, встановлений в гондолі на підшипниках, яка **відрізняється** тим, що механізм гондоли доповнений ще одним вітровим колесом, аналогічним першому, але з лопатями, виконаними по куту атаки вітрового потоку дзеркально лопатям першого колеса, встановленим на окремому додатковому валу, співвісному з першим валом симетрично або, як варіант, асиметрично опорі і концентрично до першого вала, а до вільних кінців валів, протилежних колесам, приєднаний інтегруючий редуктор з однією вихідною шестірнею, однією шестірнею-лінивцем та двома вхідними шестірнями, кожна з яких приєднана до одного з валів.
2. Вітроенергетична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що інтегруючий редуктор виконаний у вигляді прямокутної рами, на кожній із сторін якої встановлена кутова зубчаста шестірня, яка входить в зачеплення з обома сусідніми шестернями так, що усі чотири шестірні кінематично зв'язані в один механізм, осі обертання шестерень якого лежать в одній вертикальній площині так, що вісь обертання вхідних шестерень горизонтальна, а вісь вихідної шестерні і шестерні-лінивця вертикальна, а перетин обох осей являє собою уявну або виконану матеріально хрестовину, яка лежить у вертикальній площині.
3. Вітроенергетична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що на шліцьових ділянках валів обох вітрових коліс встановлено по одному однаковому пристрою для розвороту і фіксації положення лопатей відносно маточини і напрямку вітрового потоку, кожен з яких складається з двох, не зв'язаних між собою, дисків на шліцьованих втулках, на одному з яких закріплені зубчасті рейки розвороту лопатей у кількості, відповідній кількості лопатей, а на другому - в такій же кількості встановлені стержні фіксації лопатей, а з гідравлічними приводами цих механізмів диски зв'язані штоками, на кінцях яких закріплені вилки, що обхвачують на ковзаючій посадці крайки дисків або канавки, виконані на зовнішніх циліндричних поверхнях дисків,

конструктивно аналогічних механізму переключення передач у відповідному механізмі автомобілів.

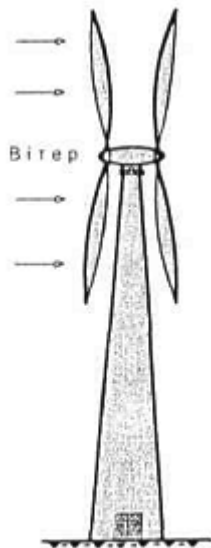
4. Вітроенергетична установка за п. 1, яка **відрізняється** тим, що при приєднанні до установки пристроїв, наприклад електрогенераторів, у кількості більше одного, в межах цоколя опори встановлюється диференціюючий редуктор, кінематично аналогічний інтегруючому редуктору, але із зворотним розташуванням і призначенням шестерень: тільки одна вхідна шестірня, кількість вихідних шестерень відповідає кількості приєднаних пристроїв, а приєднані пристрої встановлюються за межами цоколя опори і приєднуються до диференціюючого редуктора валами крізь отвори в цоколі опори.



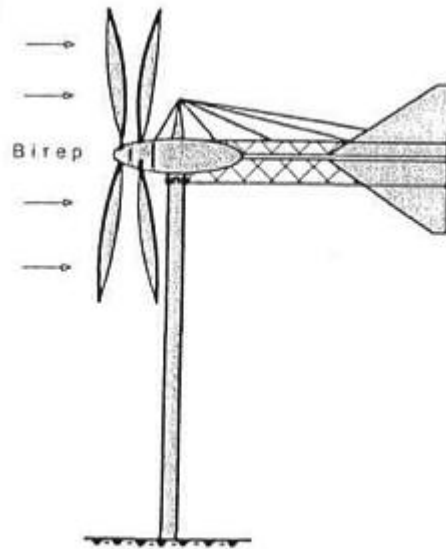
Фиг. 1



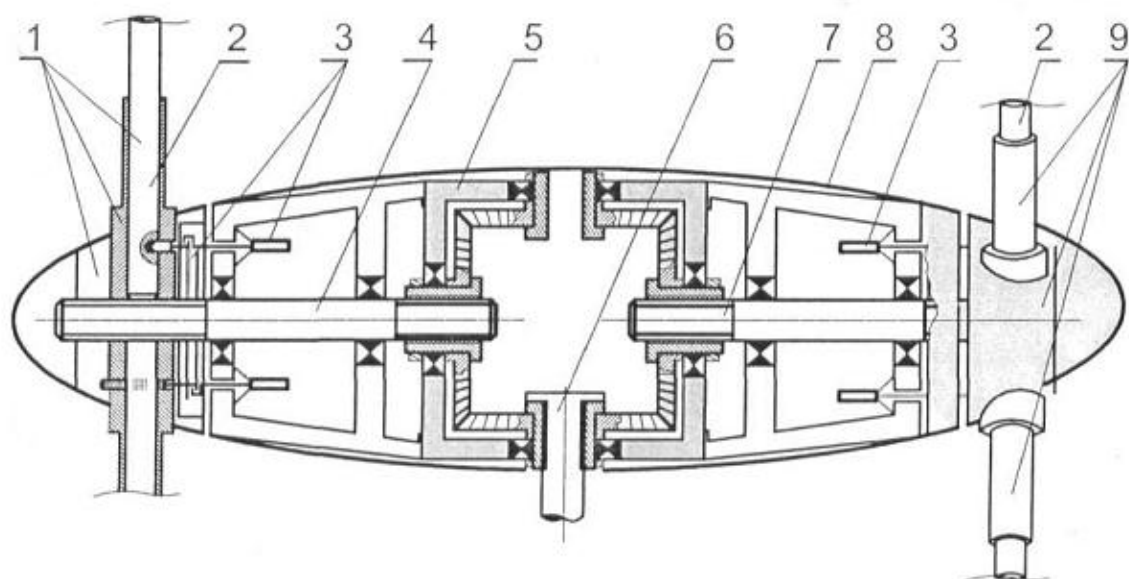
Фиг. 2



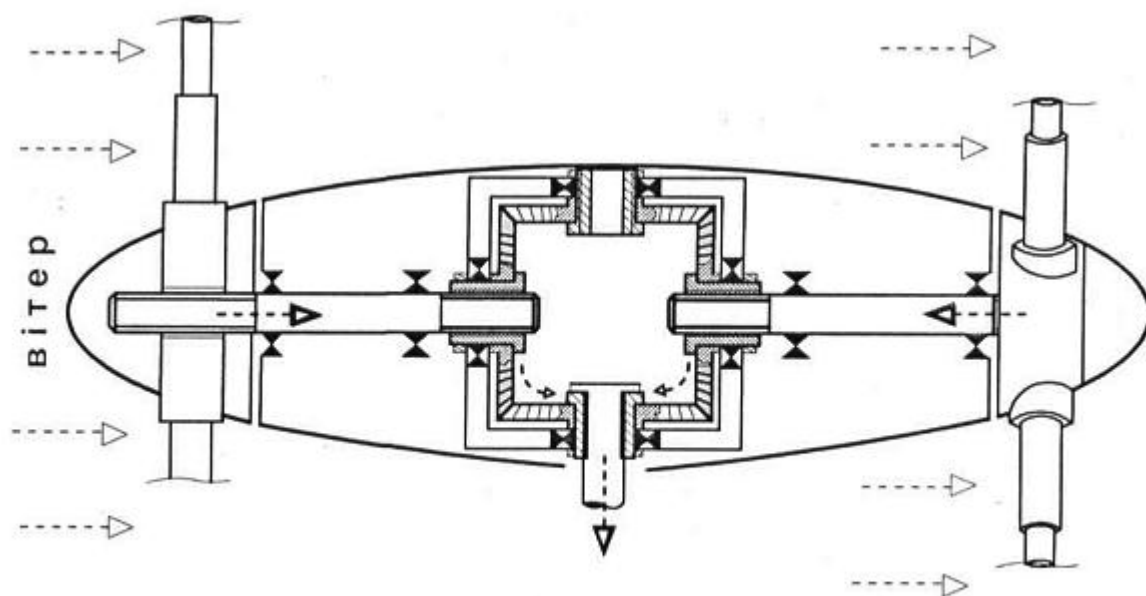
Фиг. 3



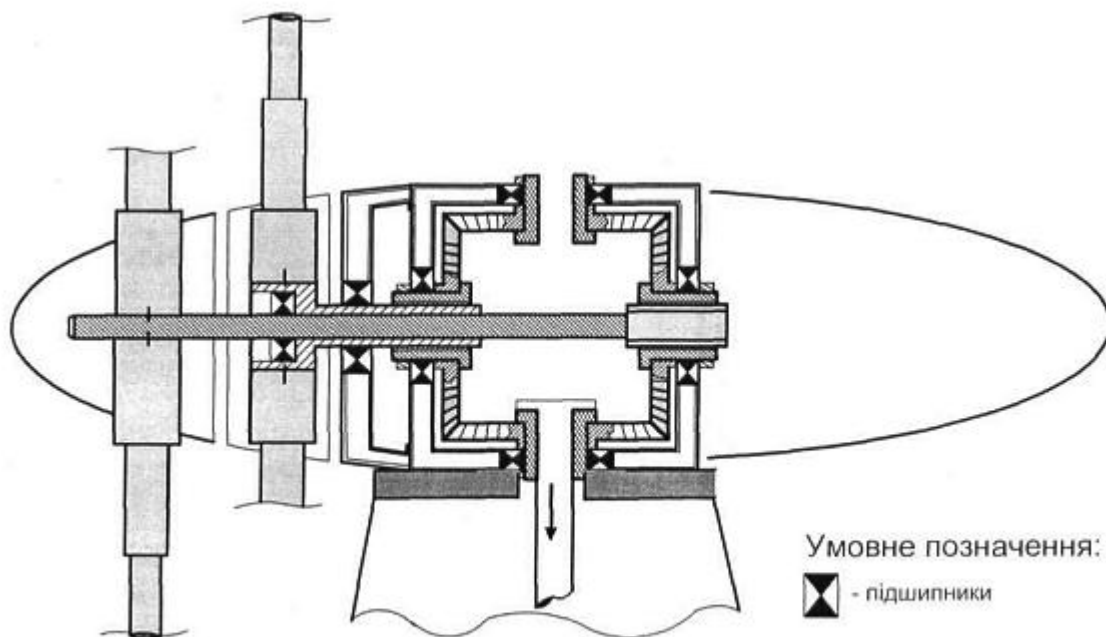
Фиг. 4



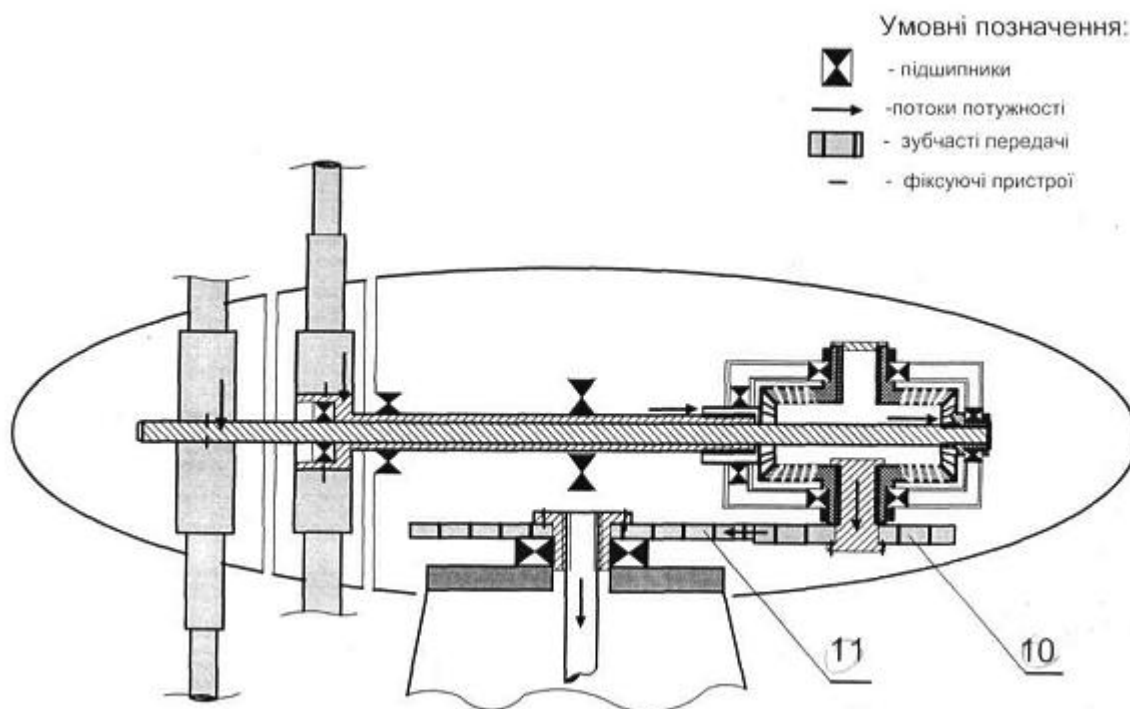
Фиг. 5



Фиг. 6



Фіг. 7



Фіг. 8

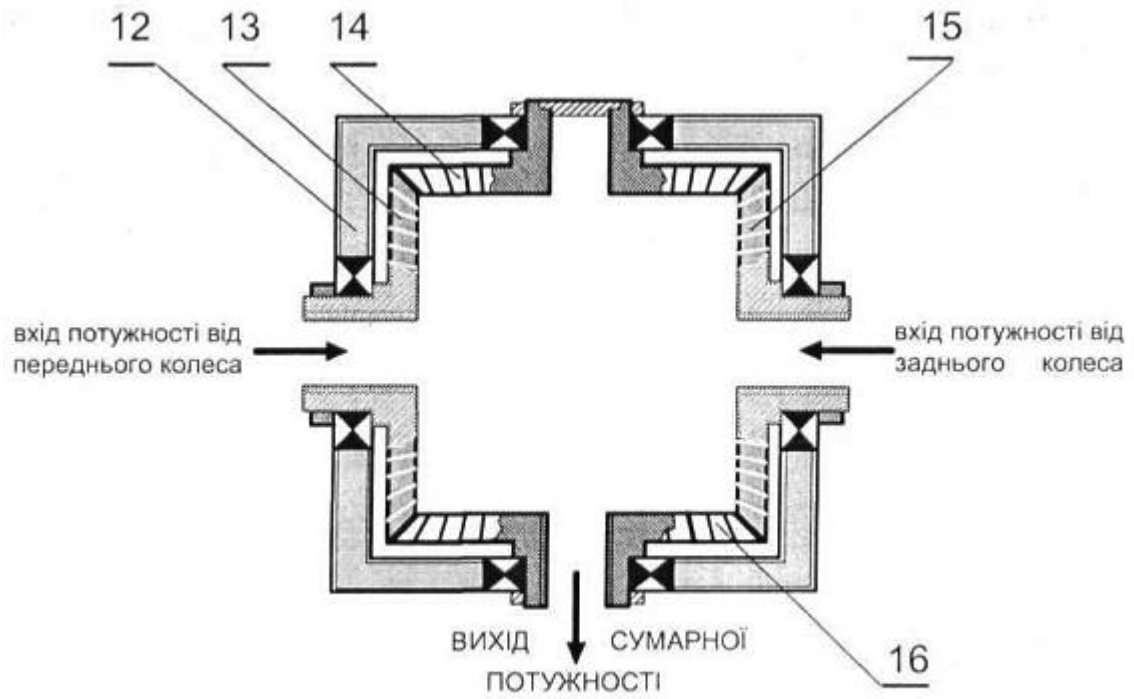


Fig. 9

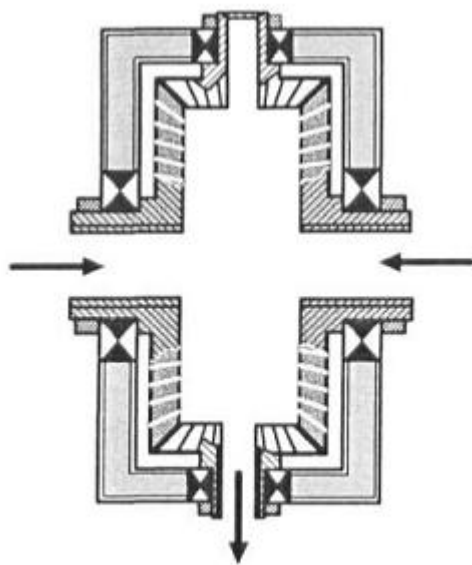


Fig. 10

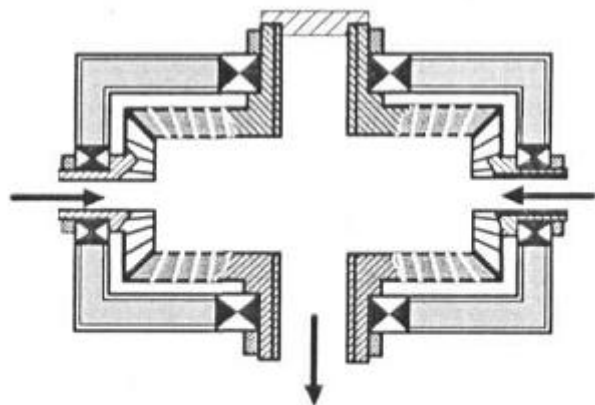
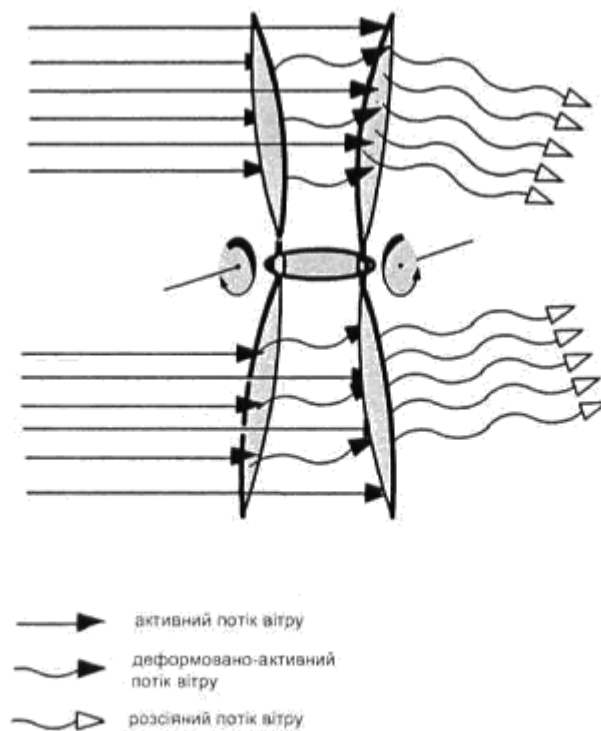
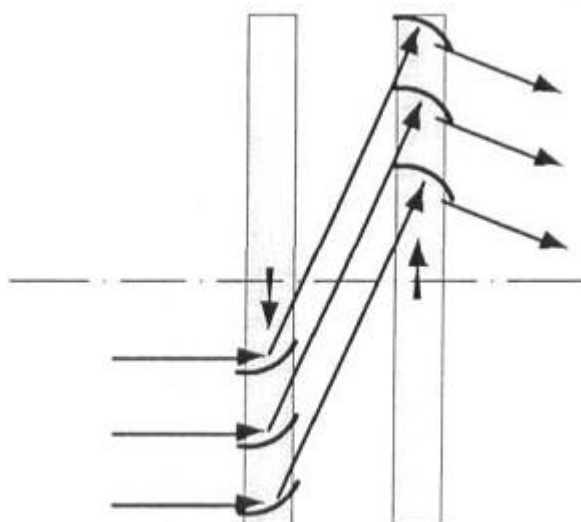


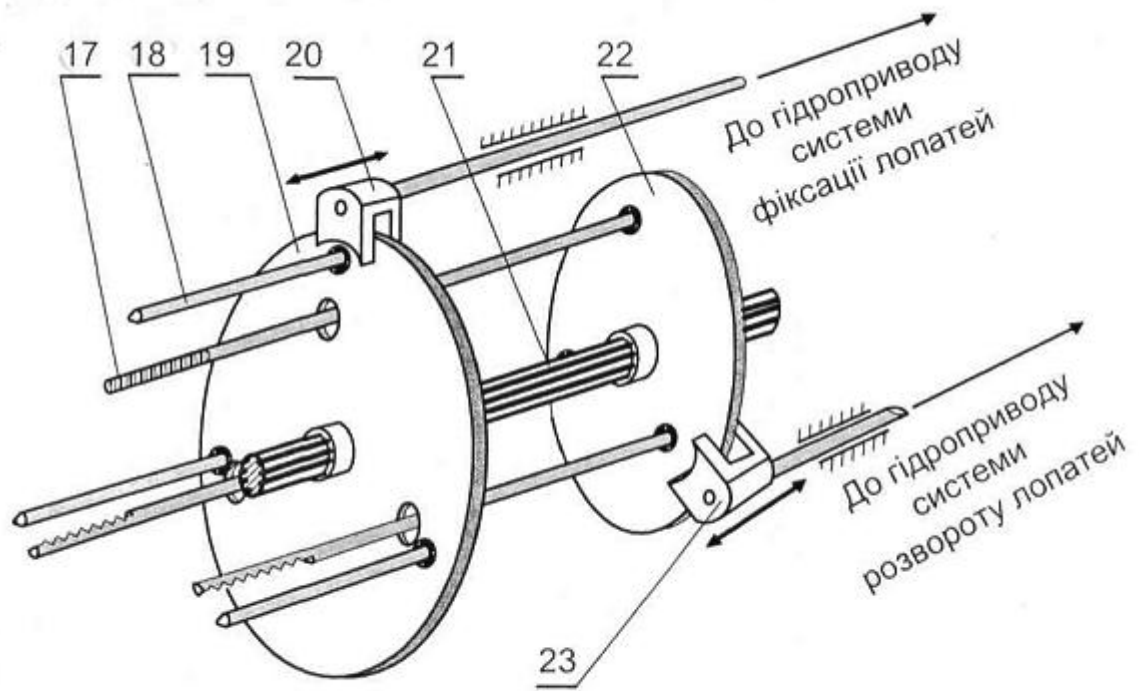
Fig. 11



Фіг. 12



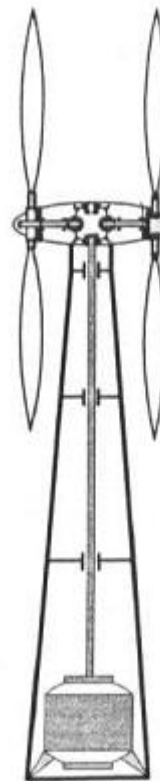
Фіг. 13



Фиг. 14



Фиг. 15



Фиг. 16

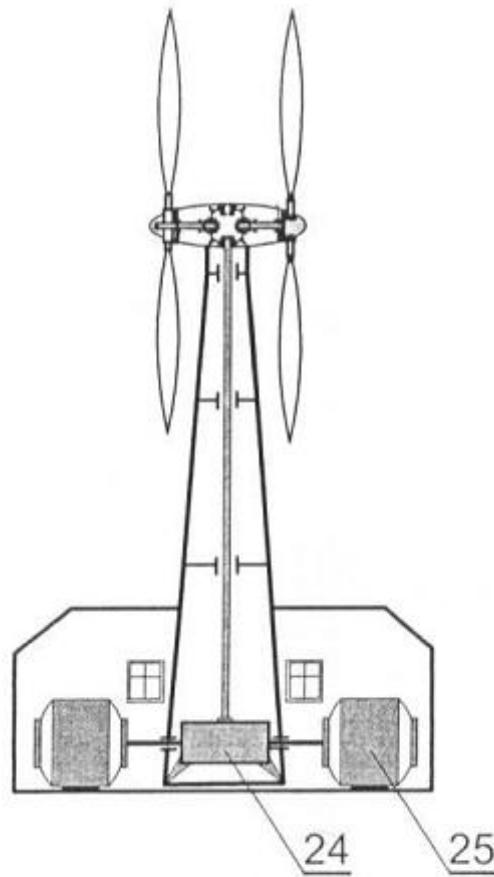


Fig. 17

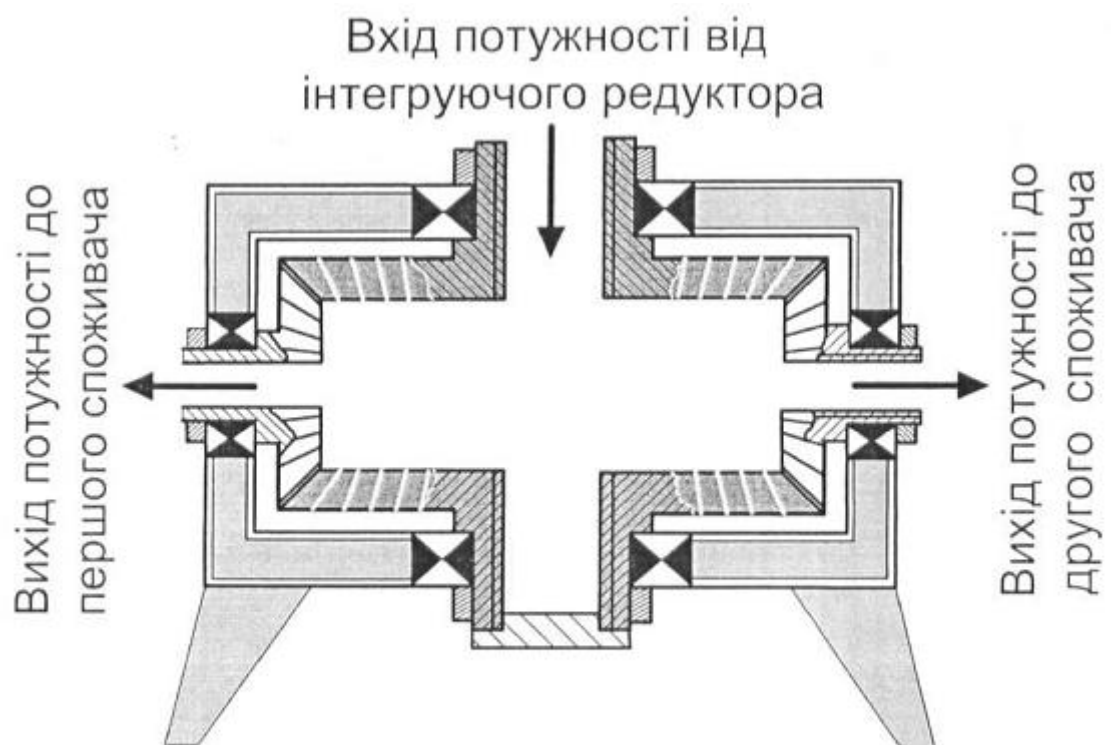


Fig. 18

Комп'ютерна верстка Л. Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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