



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 86067

(13) C2

(51) МПК (2009)

F03D 7/00

F03D 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА З ВІТРОКОЛОСОМ ЗІ ЗМІННИМИ ОСЯМИ

1

2

(21) а200614058

(22) 29.12.2006

(24) 25.03.2009

(46) 25.03.2009, Бюл.№ 6, 2009 р.

(72) ПОШУКАЙЛО ВАЛЕРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA

(73) ПОШУКАЙЛО ВАЛЕРІЙ МИХАЙЛОВИЧ, UA

(56) SU 1242636, F03D1/00, 07.07.1986

SU 1525298, F03D7/02, 30.11.1989

DE 3415428, F03D7/02, 31.01.1985

DE 4015225, F03D1/00, 06.12.1990

SU 1813916, F03D7/06, 07.05.1993

UA 62025, F03D7/05, 28.12.2003

(57) 1. Вітроенергетична установка з вітроколесом зі змінними осями, що містить башту з генератором, редуктором і механізмом повороту, щоглу, приводи для коригування кута атаки лопатей, вітроколесо, яка **відрізняється** тим, що кожна лопать зв'язана з вихідним валом механічними передачами, що містяться в корпусах, які установлені з можливістю обертання співвісно осям, закріпленим в елементі вітроколеса, кожний корпус містить закріплений нерухомо направляючий важіль, встановлений з можливістю контакту з лопаттю, корпуси кінематично зв'язані між собою механічною передачею, кожний корпус містить рейкову передачу, рейка якої зв'язана з лопаттю, а зубчасте колесо через муфту вільного ходу і механічні передачі зв'язано з вихідним валом, загальну вісь механічних передач встановлено з можливістю обертання співвісно осі обертання корпусу і зв'язано муфтою вільного ходу з ним, співвісно осі, закріпленій в елементі вітроколеса, встановлено з можливістю обертання вхідну ланку механізму з кроковим переміщенням, яка встановлена з можливістю конта-

кту з вихідною ланкою і кінематично зв'язана планетарною передачею з корпусом і через механічну передачу з загальним передаточним відношенням 1 з нерухожим елементом, що закріплений співвісно вихідному валу, вихідна ланка встановлена з можливістю обертання і кінематично зв'язана механічною передачею з нерухожим елементом.

2. Вітроенергетична установка з вітроколесом зі змінними осями за п. 1, яка **відрізняється** тим, що корпус додатково оснащено керованим пристроєм блокування обертання корпусу відносно осі елемента вітроколеса, на якій його встановлено, а механічну передачу оснащено керованим пристроєм з можливістю роз'єднання кінематичного зв'язку між вихідною ланкою механізму із кроковим переміщенням і нерухожим елементом, закріпленим співвісно вихідному валу.

3. Вітроенергетична установка з вітроколесом зі змінними осями за п. 1, яка **відрізняється** тим, що вихідний вал зв'язано з кожною лопаттю механічною і рейковою передачею, що містяться в загальному корпусі, встановленому з можливістю обертання співвісно вихідному валу, вихідний вал зв'язано з корпусом муфтою вільного ходу, вхідну ланку механізму з кроковим переміщенням встановлено з можливістю обертання співвісно вихідному валу і зв'язано планетарною передачею з корпусом і нерухожим елементом, закріпленим співвісно вихідному валу, вихідну ланку кінематично зв'язано механічною передачею з віссю обертання елемента вітроколеса і встановлено з можливістю обертання в осі, що зв'язана з нерухожо закріпленим елементом.

Вітроенергетична установка з вітроколесом зі змінними осями по діючій редакції МКВ відноситься до рубрики F03D. Установка відноситься до галузі вітроенергетики.

Відомо вітроподвигун, по (19) SU, (11) 1525298, що містить встановлену на валу ступицю, закріплені на ній радіально поворотні лопаті і підпружинений повзун, встановлений коаксіально валу і

кінематично зв'язаний з лопатями через вилки і закріплені на повзуні стержні. Недоліком даної конструкції є неможливість здійснення лопатями додаткових переміщень під дією підйомної сили з подальшим перетворенням їх в крутячий момент.

Відомо вітроподвигун, по (19) SU, (11) 1242636, що містить полий вал, встановлене на ньому вітроколесо з ступицею і закріпленими на ній лопа-

(13) C2

(11) 86067

(19) UA

тями і регулятором потужності, а також співвісно установлені в порожнині вала торсіон і валік з поперечними осями, одні торці яких жорстко з'єднані між собою, а інші відповідно з валом і ступицею, причому остання виконана полою, кожна конічна шестерня установлена на поперечній осі, а зубчате колесо закріплено на валу. Недоліком цієї конструкції є відсутність можливості здійснювати лопатями під дією підйомної сили додаткових переміщень і перетворення їх в додатковий обертальний рух валу генератора.

Мета цієї роботи заключається в розробці конструкції вітроенергетичної установки, елементи якої здатні сприймати і перетворювати переміщення лопатей вітроколеса з змінними осями, які вони здійснюють під дією підйомної сили, в крутячий момент на вихідному валу (валу генератора) вітроенергетичної установки, відключення можливості здійснення лопатями додаткових переміщень при недостатній величині підйомної сили.

Поставлена мета досягається тим, що кожна лопать вітроколеса з змінними осями контактує через направляючий важіль з корпусом, який установлений з можливістю обертання на одній осі з лопатю, але на шийці, розміщеній паралельно осі обертання елементу вітроколеса. Лопать має можливість обертатись разом з корпусом з однаковою швидкістю. Корпус кожної лопаті містить в собі рейкову передачу, рейка якої контактує з лопатю через важіль з двома шаровими опорами. Поворот лопаті в перпендикулярній до площини обертання площині сприймається рейкою і при її переміщенні перетворюється в обертання зубчатого колеса рейкової передачі. В подальшому крутячий момент передається на первинний вал конічної передачі при робочому ході лопаті і дає змогу колесу рейкової передачі змінити напрям обертання, при холостому ході лопаті, без зміни напрям обертання первинного валу конічної передачі. Вторинний вал конічної передачі установлений з можливістю обертання співвісно осі лопаті і корпусу і його зв'язано муфтою вільного ходу з корпусом. Також вторинний вал зв'язано механічною передачею з вихідним валом. При робочому циклі лопаті крутячий момент від первинного валу передається на вторинний і далі через механічну передачу на вихідний вал, при цьому вторинний вал, завдяки муфті вільного ходу, вільно повертається відносно, обертає лопать, корпусу, випереджаючи його. При холостому циклі лопаті і нерухомому елементі вітроколеса, крутячий момент передається на корпус від направляючого важеля і далі через муфту вільного ходу обертає вторинний вал і через механічну передачу передається на вихідний вал. Корпуси, що контактують з різними лопатями, зв'язані між собою механічною передачею, ланка якої установлена з можливістю обертання співвісно вихідному валу, вона забезпечує однаковий, рівний кут між лопатями. Співвісно вихідному валу з можливістю обертання установлено вітроколесо з змінними осями, а саме елемент вітроколеса. Співвісно осі лопаті, з можливістю обертання установлено вхідну ланку механізму з шаговим переміщенням (мальтійський механізм), яка зв'язана з зовнішнім центральним колесом

планетарної передачі, внутрішнє центральне колесо зв'язано з корпусом. Водило планетарної передачі зв'язано механічними передачами з нерухомим елементом, закріпленим співвісно вихідному валу. Загальне передаточне відношення цих передач становить 1. Вихідна ланка механізму з шаговим переміщенням, яка контактує з вхідною, установлена з можливістю обертання і зв'язана з нерухомим елементом механічною передачею. Передаточне відношення цієї механічної передачі повинно забезпечувати поворот вхідної ланки навколо нерухомої вихідної ланки механічної передачі на кут 360° при здійсненні повороту вихідної ланки механізму з шаговим переміщенням за один цикл (при 90° передаточне відношення буде 4:1). Зв'язок вхідної ланки механізму з шаговим переміщенням через планетарну передачу з нерухомим елементом забезпечує при повороті елементу вітроколеса, яке він здійснює при робочому ході, незмінне положення водила планетарної передачі, при цьому корпус, який обертається лопатю через направляючий важіль, обертає центральне внутрішнє колесо планетарної передачі і починає обертати, зв'язану з зовнішнім центральним колесом цієї передачі, вхідну ланку механізму з шаговим переміщенням. Передаточне відношення планетарної передачі повинно бути таким, щоб забезпечити при повороті внутрішнього колеса на 180° , поворот на один цикл вхідної ланки механізму з шаговим переміщенням (при 90° - передаточне відношення 2:1). При здійсненні наступного циклу вхідною ланкою, вихідна ланка залишається нерухомою і відповідно елемент вітроколеса - не обертається. Механізм з шаговим переміщенням повинен забезпечувати рівні періоди руху і виступ вихідної ланки при рівномірному обертання вхідної.

Робота вітроенергетичної установки може здійснюватись в режимі, коли лопаті не повертаються в площині, яка перпендикулярна площині обертання елементу вітроколеса. Для цього механізми вітроенергетичної установки оснащено двома кулачковими муфтами, що управляються ззовні. Одна установлена на одній, з осей лопатей, закріплених в елементі вітроколеса і при включенні здатна жорстко зв'язати ось лопаті і корпус, установлений на ній, блокуючи його обертання відносно осі, інша установлена на механічній передачі, що зв'язує вихідну ланку механізму з шаговим переміщенням і нерухомий елемент і вона одночасно з першою роз'єднує механічну передачу і вихідний елемент, надаючи можливість йому вільно обертатись відносно нерухомого елемента.

Конструкція вітроенергетичної установки може бути здійснена на основі загального для всіх лопатей корпусу, який закріплено з можливістю обертання співвісно вихідному валу. Корпус зв'язаний з вихідним валом муфтою вільного ходу. Корпус містить рейкові і механічні передачі, по кількості лопатей, зв'язані між собою муфтами вільного ходу, механічні передачі мають загальний вихідний елемент, установлений співвісно на вихідному валу. При цьому внутрішнє центральне колесо планетарної передачі, установлено без можливості обертання безпосередньо на нерухомому еле-

менті, зовнішнє колесо закріплено на корпусі, а воділо зв'язано з вхідною ланкою механізму з шаговим переміщенням. Жорстко відносно нерухомого елемента встановлено вісь вихідної ланки механізму з шаговим переміщенням, що містить і елемент механічної передачі, який кінематично зв'язує вихідну ланку з віссю елемента вітроколеса. Для даної конструкції параметри механізму з шаговим переміщенням повинні забезпечувати дещо більший період руху вихідної ланки і відповідно менший період її вистою, при рівномірному обертанні вхідної ланки, оскільки кут повороту корпусу, що відповідає робочому циклу лопатей буде дещо більшим за кут обертання при здійсненні лопатями холостого циклу. Коригування кута атаки лопатей здійснюється сервоприводами, встановленими безпосередньо на лопатях, подача енергії на сервоприводи здійснюється завдяки токоз'ємним пристроям.

На Фіг.1 зображено кінематичну схему вітроенергетичної установки з вітроколесом з змінними осями;

на Фіг.2 зображено механізм з шаговим переміщенням і механічні передачі;

на Фіг.3 зображено кінематичну схему вітроенергетичної установки з управляємими муфтами;

на Фіг.4 зображено кінематичну схему вітроенергетичної установки з загальним корпусом;

на Фіг.5 зображено схему механізму з шаговим переміщенням з нерівними фазами руху і вистою вихідної ланки;

на Фіг.6 зображено положення елементів вітроенергетичної установки на початку робочого циклу;

на Фіг.7 зображено положення елементів вітроенергетичної установки після повороту лопатей на 90° і елемента вітроколеса на 180° ;

на Фіг.8 зображено положення елементів вітроенергетичної установки після повороту лопатей на 180° і елемента вітроколеса на 360° , кінець робочого циклу;

на Фіг.9 зображено положення елементів механізму з шаговим переміщенням після повороту вихідної ланки на $22,5^\circ$;

на Фіг.10 зображено положення елементів механізму з шаговим переміщенням після повороту вихідної ланки на 45° ;

на Фіг.11 зображено положення елементів механізму з шаговим переміщенням після повороту вихідної ланки на $67,5^\circ$;

на Фіг.12 зображено положення елементів вітроенергетичної установки з загальним корпусом на початку робочого циклу;

на Фіг.13 зображено положення елементів вітроенергетичної установки з загальним корпусом після повороту лопатей на 90° і елемента вітроколеса на 180° ;

на Фіг.14 зображено положення елементів вітроенергетичної установки з загальним корпусом після повороту лопатей на 180° і елемента вітроколеса на 360° , кінець робочого циклу.

Вітроенергетична установка Фіг.1 містить мачту 1, башту 2, вітроколесо з змінними осями в склад якого входять лопаті 3, елемент вітроколеса 4, осі лопатей 5. Лопаті 3 містять сервоприводи 6 і

установлені з можливістю їх повертання сервоприводами 6 для коригування кута атаки. Крім того вітроенергетична установка містить корпуси 7 по кількості лопатей, вони установлені з можливістю обертання на шийках осей 5, які паралельні осі обертання елемента вітроколеса 4. Кожний корпус 7 містить жорстко закріплений на ньому направляючий важіль 8, що контактує з лопатю 3, а також в корпусі 7 встановлено рейкову передачу, яка складається з рейки 9 і зубчатого колеса 10. Рейка 9 контактує через проміжний важіль 11 з лопатю 3, а зубчате колесо 10 кінематично зв'язано муфтою вільного ходу 12 з колесом 13 конічної передачі. Колесо 14 конічної передачі встановлено з можливістю обертання співвісно осі обертання корпусу 7 і зв'язано з ним муфтою вільного ходу 15, а також колесо 14 зв'язано механічною передачею 16 з вихідним валом 17. Корпуси 7 кінематично зв'язані між собою механічними передачами 18. Співвісно осі обертання одного з корпусів 7 встановлено з можливістю обертання вхідну ланку 19 (Фіг.1 і Фіг.2) механізму з шаговим переміщенням, яка зв'язана з зовнішнім центральним колесом 20 планетарної передачі, внутрішнє центральне колесо 21 планетарної передачі закріплено до корпусу 7, співвісно осі його обертання, а воділо 22 кінематично зв'язане механічними передачами 23, що мають загальне передаточне відношення 1:1, з нерухомим елементом 24, встановленим співвісно вихідному валу 17, без можливості обертання. Вхідна ланка 19 встановлена з можливістю контакту з вихідною ланкою 25 механізму з шаговим переміщенням, яка встановлена з можливістю обертання і механічною передачею 26 з'єднана з нерухомим елементом 24. Передаточне відношення механічної передачі 26 повинно забезпечувати за один цикл повороту вихідної ланки 25 поворот елемента вітроколеса 4 на кут в 360° .

Вітроенергетична установка Фіг.3 додатково містить керуючі кулачкові муфти 27 і 28. Муфта 27 встановлена з можливістю блокування (при включенні муфти) обертання корпусу 7 відносно осі 5. Муфта 28 встановлена з можливістю роз'єднання (при виключенні) кінематичного зв'язку між вихідним елементом 25 і механічною передачею 26, надаючи можливість вільно обертатись вихідному елементу 25 незалежно від нерухомого елемента 24. Муфти встановлені з можливістю одночасного включення муфти 27 і виключення муфти 28.

Варіант конструкції вітроенергетичної установки Фіг.4 містить загальний корпус 29, встановлений з можливістю обертання співвісно вихідному валу 17. Корпус 29 містить відповідно до кількості лопатей (розміщені, як і в корпусі 7 Фіг.1) направляючі реттаги 8, рейки 9 і зубчаті колеса 10 рейкових передач, проміжні важелі 11, муфти вільного ходу 12, колеса 13 і колесо 14 конічних передач. Колесо 14 загальне для конічних передач, закріплено на вихідному валу 17, який зв'язаний з корпусом 29 муфтою вільного ходу 15. Співвісно вихідному валу 17 Фіг.4 Фіг.5 встановлено з можливістю обертання вхідну ланку 30 механізму з шаговим переміщенням (мальтійський механізм). Ланка 30 зв'язана з воділом 20 планетарної передачі, що містить зовнішнє центральне колесо 21 нерухомо

закріплене на корпусі 29 співвісно осі його обертання і внутрішнє центральне колесо 22, закріплене на нерухомому елементі 24. Ланка 30 контактує з вихідною ланкою 31 механізму з шаговим переміщенням, що закріплена в осі, установленій з можливістю обертання на нерухомому елементі 24 і кінематично зв'язана механічною передачею 26 з віссю обертання елемента вітроколеса 4.

При роботі вітроенергетичної установки з змінними осями лопаті 3 вітроколеса, сприймаючи тиск вітру, обертаються з сталою кутовою швидкістю. В період здійснення лопатями 3 повороту в площині, що перпендикулярна площині обертання (робочий цикл) Фіг.6, 7, 8 вони взаємодіють з направляючими ричагами 8 і обертають корпуси 7 в одному напрямі - проти годинникової стрілки. При цьому лопаті 3 через проміжний важіль 11 переміщує рейку 9 (Фіг.1), яка обертає зубчасте колесо 10, вал колеса 10, при обертанні, взаємодіє з обоймами муфти вільного ходу 12, зчіплюючи їх і обертає колеса конічної передачі 13 і 14, колесо 14 обертається в одному з корпусом 7 напрямі, але випереджає його на величину кутової швидкості, що передається від колеса 13, завдяки цьому обойми муфти вільного ходу 15 розчеплюються. Від колеса 14 крутячий момент передається механічними передачами 16 на вихідний вал 17. Елемент механічної передачі 18 обертається за годинниковою стрілкою і забезпечує рівну кутову швидкість обертання лопатей 3. Разом з корпусом 7, проти годинникової стрілки, обертається закріплене на ньому внутрішнє центральне колесо 21 (Фіг.1; 2) планетарної передачі. Водило 22 планетарної передачі, зв'язано з нерухомим елементом 24 і не обертається, а зовнішнє центральне колесо 20 планетарної передачі обертається в напрямі - за годинниковою стрілкою з вдвічі меншою кутовою швидкістю і разом з ним обертається вхідний елемент 19 механізму з шаговим переміщенням, який контактує з вихідним елементом 25 і обертає його проти годинникової стрілки Фіг.2; 9; 10; 11, передає крутий момент на механічну передачу 26, яка обертає елемент вітроколеса 4 в напрямі проти годинникової стрілки, навколо нерухомого елемента 24. При обертанні елемента вітроколеса 4 механічні передачі 23 зберігають кутове положення водила 22 незмінним і таким чином на протязі здійснення лопатями 3 робочого циклу за період повороту лопатей, корпусу 7, внутрішнього центрального колеса 21 відносно водила 22 на кут 180° (Фіг.6; 7; 8) зовнішнє колесо 20 і вхідний елемент 19 повертаються в протилежному напрямі на 90° (Фіг.2; 9; 10; 11), вихідний елемент 25 повертається на 90° і обертає елемент вітроколеса 4 на 360° в напрямі обертання лопатей 3. В подальшому лопаті 3 продовжують разом з корпусами 7 і внутрішнім колесом 21 обертатись проти годинникової стрілки, при цьому елементи 19 і 25 знаходяться в положенні (Фіг.2), яке дозволяє елементу 19 повертатись в діапазоні 90° не повертаючи елемент 25, і фіксує його від провертання, забезпечуючи стійке положення елемента вітроколеса 4. Таким чином при здійсненні холостого циклу Фіг.8 і Фіг.6 лопаті 3, корпуси 7, внутрішнє колесо 21, повертаються на 180° проти часової стрілки,

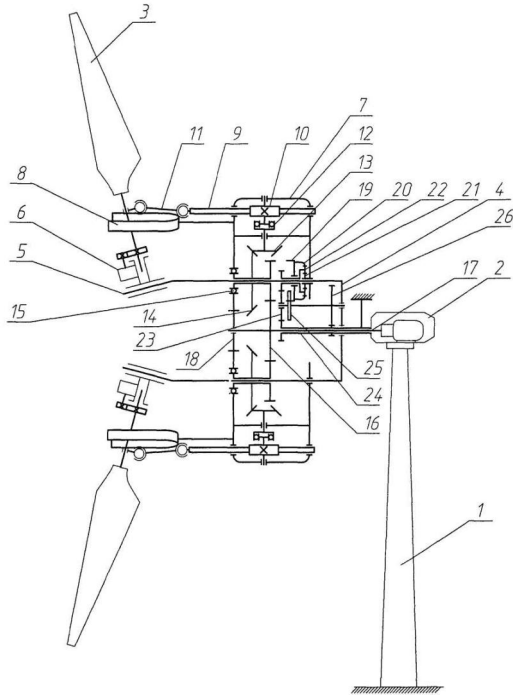
зовнішнє колесо 20, вхідний елемент 19 повертаються по часовій стрілці на 90° , вихідний елемент 25, елемент вітроколеса 4 - займають сталие положення. На протязі холостого циклу проміжні важелі 11 переміщують рейки 9 у зворотньому напрямі, змінюючи напрям обертання колеса 10, обойми муфти вільного ходу 12 розчеплюються і вали колеса 10 і колеса 13 роз'єднанні, крутячий момент на колесо 14 конічної передачі від колеса 13 не передається, корпус 7 стає ведучим по відношенню до валу колеса 14 в цей момент обойми муфти вільного ходу 15, зчеплюються і передають обертання від корпусу 7 на вал елемента 14 і через механічну передачу 16 обертають вихідний вал 17. При обертанні лопатей 3 і здійсненні ними повороту в площині перпендикулярній площині обертання, з певним періодом, змінюється кут установок лопатей на вітер (кут атаки), для зберігання його в оптимальній величині сервоприводи 6 періодично повертають лопаті 3 є необхідний бік.

При одночасному включенні муфти 27 Фіг.3 і виключенні муфти 28 елемент вітроколеса 4 обертається разом з лопатями 3 відносно осі вихідного валу 17, відносно осей 5 лопаті 3 і корпуси 7 не обертаються, положення рейки 9 не змінюється. Обойми муфти 15 зчеплені тормозним моментом, який передається від вихідного валу 17 через механічні передачі 16, вал елемента 14 на корпус 7 і завдяки цьому вихідний вал 17 обертається з тією ж кутовою швидкістю що і елемент вітроколеса 4 і лопаті 7, елементи 13, 14 і 10 не обертаються навколо власних осей. При обертанні елемента 4 кутове положення водила 22 не змінюється, але відносно нього провертається внутрішнє колесо 21 і зовнішнє колесо 22 починає обертатись в протилежний бік з удвічі більшою кутовою швидкістю, разом з ним обертається елемент 19, який періодично провертає елемент 25 роз'єднаний муфтою 28 з механічною передачею 26, що вільно обертається навколо нерухомого елемента 24.

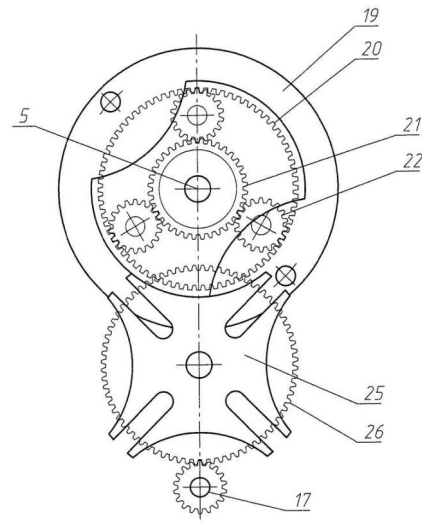
При роботі вітроенергетичної установки, яка містить загальний корпус 29 (Фіг.4), лопаті 3 сприймають тиск вітру обертаються навколо осей 5 і взаємодіючи з направляючими важелями 8 обертають корпус 29 відносно осі вихідного валу 17 в напрямі проти часової стрілки Фіг.12, 13, 14. При здійсненні лопатями 3 робочого циклу (Фіг.12-14) при повороті елемента вітроколеса 4 на 360° загальний корпус 29 повернеться на кут $2\alpha_1$, за цей період лопаті 3 переміщують проміжними важелями 11 рейки 9, обертаючи колеса 10, обойми муфт 12 зчіплюються і крутячий момент передається на колеса 13 і 14, що безпосередньо обертає вихідний вал 17 в напрямі обертання корпусу 29 з більшою кутовою швидкістю ніж у корпусу 29, обойми муфти 15 при цьому розчепленні. Зовнішнє колесо 20 планетарної передачі обертається разом з корпусом 29 проти часової стрілки, внутрішнє колесо 21 при цьому нерухоме і водило 22 обертається в напрямі обертання корпусу 29 з вдвічі меншою кутовою швидкістю. Разом з водилом 22 обертається вхідний елемент 30 (Фіг.5), який за період приблизно рівний куту α_1 повертає вихідний елемент 31 на кут 90° по годинниковій стрілці і механічна передача 26 обертає елемент

вітроколеса 4 на 360° проти годинникової стрілки. При подальшому обертанні лопатей 3 (Фіг.14 і 12) проміжні важелі 11 переміщують рейки 9 у зворотному напрямі, обертаючи колеса 10, обойми муфт 12 розчеплюються і крутячий момент передається на вихідний вал 17 від корпусу 29 через зчеплені обойми муфти 15. Зовнішнє колесо 20 поверта-

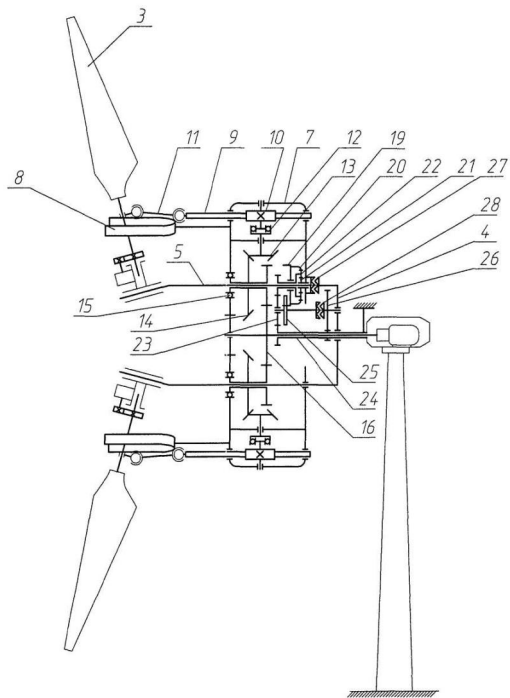
ється разом з корпусом 29, обертаючи водило 22 і вхідний елемент 30, який на період обертання приблизно рівний куту α фіксує від обертання вихідний елемент 31 і разом з ним елемент вітроколеса 4.



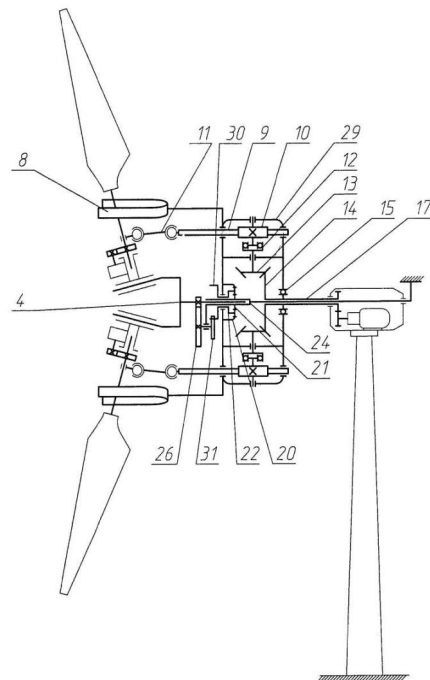
Фіг 1



Фіг 2



Фіг 3

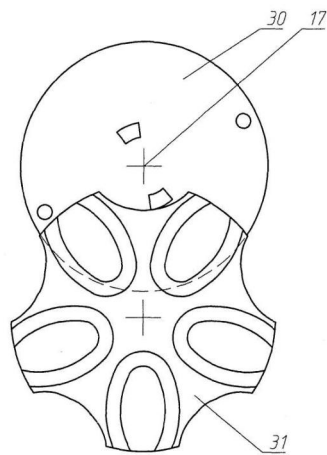


Фіг 4

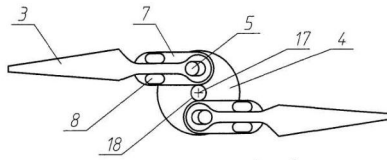
11

86067

12



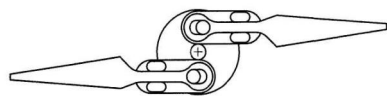
$\phi 12$ 5



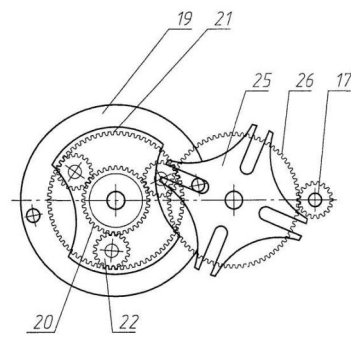
$\phi 12$ 6



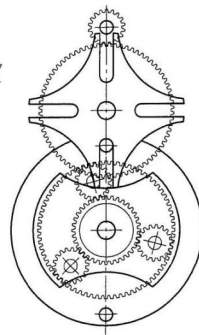
$\phi 12$ 7



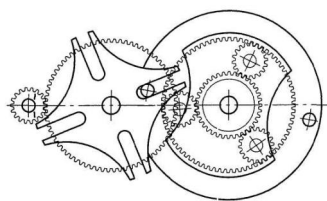
$\phi 12$ 8



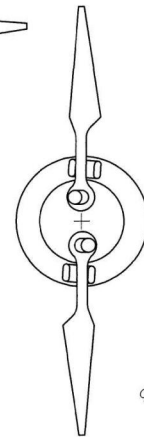
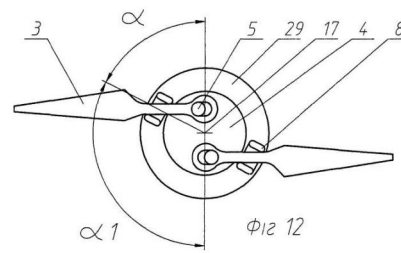
$\phi 12$ 9



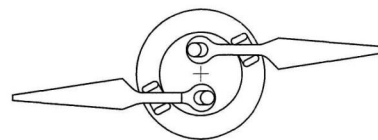
$\phi 12$ 10



Ф12 11



Ф12 13



Ф12 14