



УКРАЇНА

(19) UA (11) 61187 (13) A

(51) 7 F03D1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) НЕПОВОРOTНА ВІТРОУСТАНОВКА

1

2

(21) 2001117719

(22) 12 11 2001

(24) 17 11 2003

(46) 17 11 2003, Бюл. № 11, 2003 р.

(72) Медиковський Микола Олександрович, Воробкевич Володимир Юліанович, Дедишин Ігор Ярославович, Сиротюк Валерій Миколайович, Сиротюк Сергій Валерійович, Підгурський Василь Михайлович

(73) Медиковський Микола Олександрович, Воробкевич Володимир Юліанович, Дедишин Ігор Ярославович, Сиротюк Валерій Миколайович, Сиротюк Сергій Валерійович, Підгурський Василь Михайлович

(57) Неповоротна вітроустановка, яка містить вітроколесо на горизонтальному валу, енергетичний вузол, розташований в головці, і опору, яка **відрізняється** тим, що головка закріплена на опорі нерухомо, вал вітроколеса встановлений відносно сторін світу у напрямку переважаючих з протилежних сторін вітрів, лопаті виконані зі симетричним профілем і видовжені відносно номінальної їх довжини, вітроколесо та енергетичний вузол виконані з можливістю обертання в один або протилежний бік з однаковою ефективністю роботи, а трубчаста опора сплюснута, довша всь профілю якої співпадає з напрямом вала вітроколеса

Винахід відноситься до вітроенергетики і дозволяє одержувати електричну та інші види енергії в стаціонарному положенні осі вітроколеса відносно сторін світу

Відомі вітроустановки з вітроколесом на горизонтальному валу, які включають поворотні вузли, а також пристрої у вигляді хвостовиків, віндроз, флюгерів тощо для автоматичної орієнтації осі вітроколеса за напрямом вітру [1]. Крім цього, такі вітроустановки комплектуються пристосуваннями для передачі енергії від рухомої головки до опори у вигляді струмозміначів, підравлічних або пневматичних обертових перехідників, які повинні розташовуватись на осі обертання головки. При передачі механічної енергії вертикальні обертові вали також розміщені на осі обертання головки, що створює додаткові технологічні труднощі і одночасно виникають додаткові крутильні моменти, які повинні компенсуватись за рахунок пристроїв орієнтації вітроколеса за напрямом вітру.

Найближчою за технічною суттю до запропонованого винаходу є вітроустановка типу "Беркут", розглянута в [1]. Вона складається з вітроколеса, розташованого на горизонтальному валу, який встановлений на підшипниках у головці, де знаходиться також поворотний та енергетичний (редуктор і електрогенератор) вузли. Головка розміщена на башті, верхня частина якої виконана трубчастою, а нижня у вигляді ферми.

Орієнтація за вітром відбувається шляхом повороту головки на поворотному вузлі разом з вітроколесом і енергетичним вузлом з використанням віндрозних коліс та черв'ячної передачі.

Необхідність виконання поворотного вузла та віндрозних пристроїв ускладнюють конструкцію та зменшують її надійність.

В основу запропонованої неповоротної вітроустановки поставлено задачу шляхом нового з'єднання головки з опорою, нового виконання лопатей, енергетичного вузла і опори забезпечити спрощення конструкції та підвищення її надійності.

Поставлена задача вирішується тим, що в неповоротній вітроустановці, яка містить вітроколесо на горизонтальному валу, енергетичний вузол, розташований в головці і опору, згідно з винаходом головка закріплена на опорі нерухомо, вал вітроколеса встановлений відносно сторін світу у напрямку переважаючих з протилежних сторін вітрів, лопаті виконані зі симетричним профілем і видовжені відносно номінальної їх довжини, вітроколесо та енергетичний вузол виконані з можливістю обертання в один або протилежний бік з однаковою ефективністю роботи, а трубчаста опора сплюснута, довша всь профілю якої співпадає з напрямом вала вітроколеса.

Аналіз повторюваності напрямку вітрів у різних місцевостях України [2], показав, що в них існує два діаметрально протилежні напрямки перева-

(13) A

(11) 61187

(19) UA

жаючих вітрів. Тому можливе нерухоме закріплення головки вітроколеса на опорі і виключення пристроїв автоматичної орієнтації за вітром, а також спрощення пристосувань для передачі енергії від головки до опори, що призводить до значного спрощення конструкції та підвищення її надійності. При зміні напрямку вітру на протилежний вітроколесо обертається у зворотному напрямку, а ефективність його роботи забезпечується за рахунок симетричного профілю лопатей та завдяки аеродинамічному профілю трубчастої опори з метою мінімального затінення вітроколеса. Енергетичний вузол повинен ефективно працювати при зміні напрямку обертання вала вітроколеса. Це забезпечують, наприклад, генератори змінного струму, поршневі насоси тощо.

Деяка втрата енергії (близько 20%) при напрямках вітру, що не співпадають з напрямом вала вітроколеса компенсується збільшенням довжини лопатей (на 10%) порівняно з тією, що забезпечує номінальну потужність при автоматичній орієнтації вала вітроколеса за напрямом вітру. Розрахунки показують, що виключення вказаних пристроїв орієнтації за вітром та спрощення пристосувань для передачі енергії від головки до опори і запропонованих нових конструктивних рішень дає додатковий ефект зниження вартості вітроустановки на одиницю номінальної потужності (питомої вартості) приблизно на 7%.

До позитивної сторони даної неповоротної вітроустановки належить те, що в головці 4 (фиг 2) можуть бути встановлені одночасно два або більше енергетичні вузли (з переключенням або на спільному валу) з метою одночасного або послідовного отримання різних видів енергії (електричної, механічної, теплової). При цьому не виникає серйозних труднощів при передачі цих видів енергії (а також сигналів керування) від головки через опору до споживачів, як це було б при поворотній головці вітроустановки.

Конструкція вітроустановки зображена на фиг 1-3 (відповідно фронтальна, профільна і горизонтальна проекції), де 1-лопать вітроколеса, 2-ступіця, 3-вал вітроколеса, 4-головка, 5-опора, 6-розтяжки, 7-фундамент.

На фиг 4 показано повторюваність напрямку (1) і середні швидкості вітру (2) за румбами для метеостанції № 15 "Львів АМСЦ".

На фиг 5 показано розу річних питомих енергій вітру за румбами (1), розу річних питомих енергій вітру, що сприймаються вітроколесом (2) та рекомендований напрям встановлення осі вала вітроколеса (3).

Як показано на фиг 1-3 запропонована неповоротна вітроустановка включає вітроколесо з лопатями 1 (для прикладу чотири лопаті), які закріплені на ступіці 2, що обертається разом з валом 3, який встановлений на підшипниках в головці 4, де знаходиться енергетичний вузол (електрогенератор, поршковий пневмо- або гідронасос, генератор тепла тощо), робота якого не залежить від напрямку обертання вала 3.

Головка вітроколеса 4 закріплена нерухомо на трубчастій опорі 5, що має сплюснутий профіль (див. фиг 1-3) в перерізі з метою зменшення затінення вітроколеса, і яка утримується розтяжками 6

на фундаменті 7.

Виходячи із даних, наведених в [2] відносно повторюваності напрямку і середньої швидкості вітру за румбами (наприклад для Львівської метеостанції № 15) (фиг 4), розраховано розу річної питомої енергії (вказано на фиг 5,1 в кВт·год/м²) вітру, яка одержана як добуток ефективної потужності вітрового потоку з врахуванням повторюваностей швидкості вітру на кількість годин в році і на повторюваність напрямків вітру для кожного румба (у відносних одиницях). Там же показано прямою АВ найбільш доцільний напрям встановлення осі вала вітроколеса 3 (фиг 5,3).

Розу питомої енергії вітру, що ефективно діє на неповоротне вітроколесо (фиг 5,2), дані для побудови якої (в кВт·год/м²) одержано як добуток значень питомих річних енергій за румбами, наведених на фиг 5,1 на косинус кута між заданим румбом і напрямом прямої АВ.

Вітроустановка працює наступним чином. При появі вітру в напрямку вздовж осі вала 3 вітроколеса (паралельно прямій АВ зі сторони точки А на фиг 5 і вертикально знизу на фиг 3) завдяки тиску на лопаті 1 вітроколеса, що розвернуті в протилежні сторони, останнє починає обертатися вправо. Це підтверджується розкладом сили тиску вітру F_{T1} на осіову F_{O1} і рушійну F_{P1} складові (фиг 3). При цьому розміщений в головці 4, наприклад, електрогенератор приводиться в рух від вітроколеса (при потребі через редуктор).

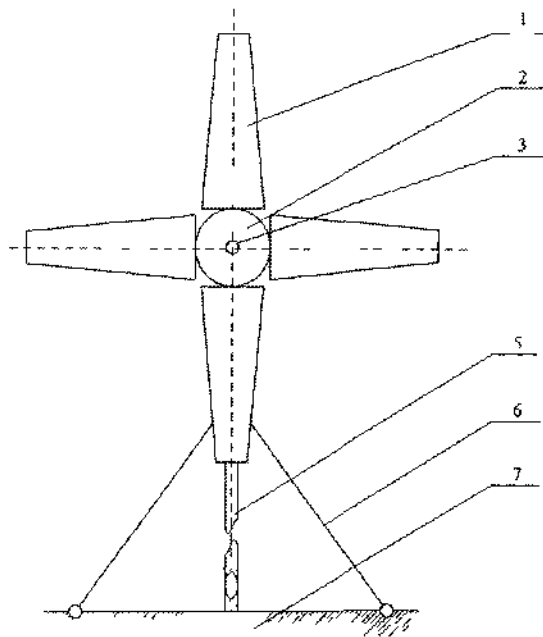
При зміні напрямку вітру на протилежний, тобто з боку головки 4 (зверху вниз на фиг 3), сила тиску, що діє на лопаті 1 F_{T2} розкладається на осіову F_{O2} і рушійну F_{P2} сили, які обертають вітроколесо в протилежний бік, тобто вліво. Завдяки симетричності профілю лопатей 1 рушійні сили F_{P1} і F_{P2} виявляються однаковими і ефективність роботи вітроколеса при обертанні його в протилежні боки також однакова. При цьому відбувається зміна напрямку обертання ротора електрогенератора, який вибраний таким чином, що придатний для роботи при реверсуванні обертів.

Завдяки тому, що опора 5 виконана сплюснутою і має профіль, близький до аеродинамічного відбувається мінімальне затінення вітроколеса при напрямку вітру з боку головки 4. Причому стійкість опори 5 забезпечується за рахунок розтяжок 6 (фиг 1-3).

Коли напрям вітру утворює з віссю вала вітроколеса деякий кут, наприклад 5, то питома потужність вітрового потоку (на 1 м²) $P_{1в}$, що сприймається вітроколесом пропорційна до площі проекції 1 м² на площину перпендикулярну до напрямку вітру, тобто до $\cos \delta$. На основі цього факту побудовано розу річних питомих енергій, що сприймаються вітроколесом (фиг 5,2). З врахуванням того, що повторюваність вітрів з напрямів, які перпендикулярні до вала вітроколеса є мінімальною, загальні втрати енергії від виконання вітроустановки з неповоротною головкою не перевищують 20%. Цю втрату енергії можна легко компенсувати за рахунок збільшення довжини лопаті 1 (всього на 10%) відносно до їх розрахункової довжини при номінальній потужності генератора, номінальній швидкості вітру (8 м/с) і поворотній головці вітроустановки. Тоді площа охоплювана вітроколесом зростає

пропорційно до квадрату зростання довжини лопаті, тобто приблизно на 20%.

Аналіз повторюваності напрямку і середньої швидкості вітру за румбами, наведених в [2] і побудова роз питомих річних енергій аналогічних тим, що зображені на фіг 5 для інших місцевостей і регіонів України показали, що в більшості з них існують два основні діаметрально протилежні напрями переважаючих вітрів. Це дозволяє зробити висновок про ефективність застосування неперервних вітроустановок на всій території нашої



Фиг 1

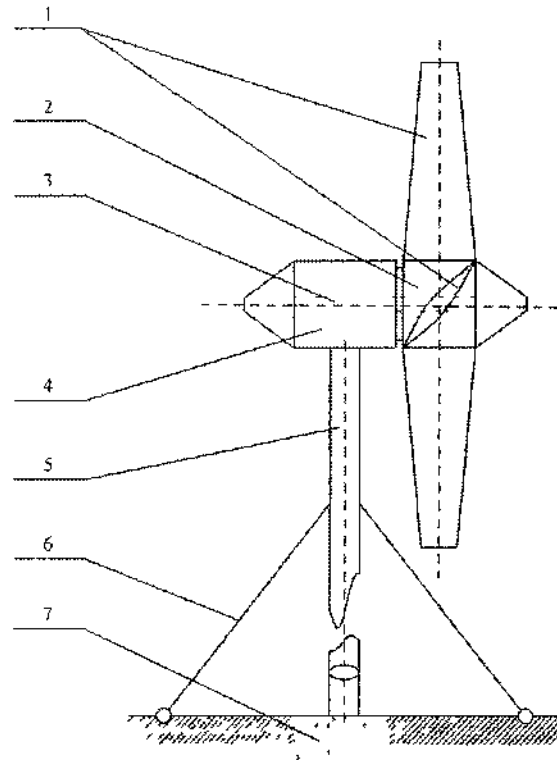
держави.

Тому даний винахід можна вважати корисним і таким, що вирішує поставлену задачу.

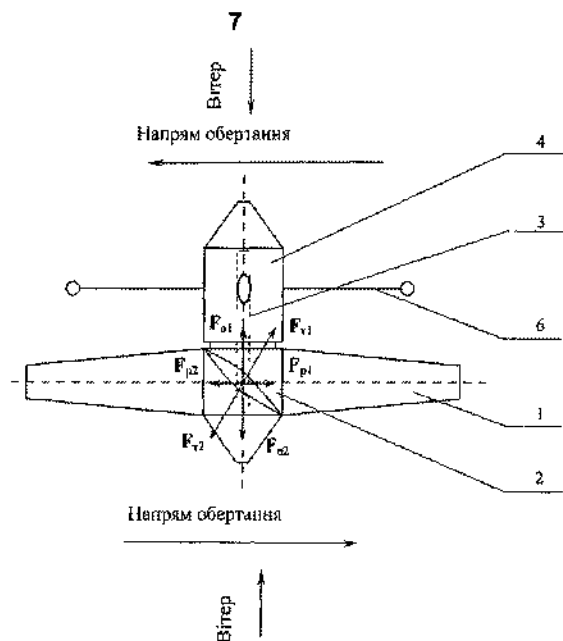
Література

1 Шефтер Я И. Использование энергии ветра. - М: Энергоатомиздат, 1983. - С. 95-100.

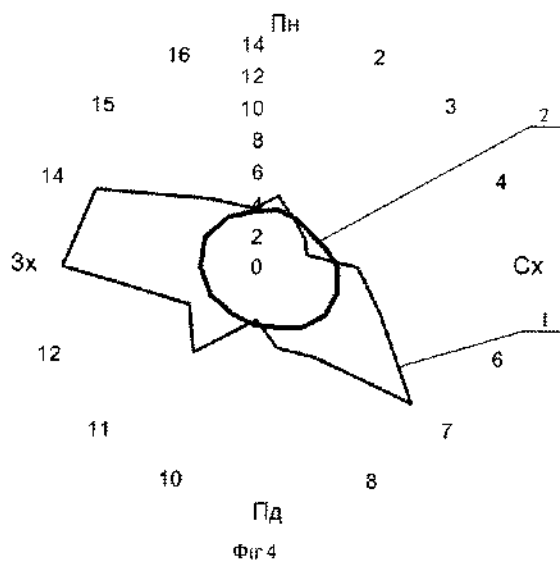
2 Кінаш Р. Л., Бурнаєв О. М. Вітрове навантаження і вітроенергетичні ресурси в Україні. - Львів: Видавництво науково-технічної літератури, 1998. - С. 135-139.



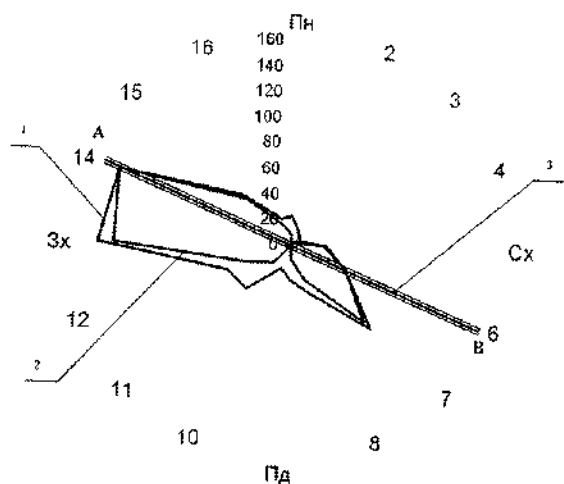
Фиг 2



Фіг 3



Фіг 4



Фіг 5