



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 55513

(13) C2

(51) 7 F03D1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ВІТРОДВИГУН

1

2

(21) 2000084879

(22) 16.08.2000

(24) 15.04.2003

(46) 15.04.2003, Бюл. № 4, 2003 р.

(72) Голубенко Микола Степанович, Конюхов Станіслав Миколайович, Лось Сергій Іванович, Ус Станіслав Іванович, Легеза Володимир Семенович, Циганов Валерій Олександрович, Кадацький Олександр Леонідович, Гальмаков Георгій Васильович, Арсеньєв Сергій Лаврентійович, Семенов Олександр Миколайович

(73) ДЕРЖАВНЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "ПІВДЕННЕ" ІМ М.К. ЯНГЕЛЯ

(56) SU 1787206

(57) 1. Вітродвигун, який містить нерухому опору, електричні генератори, кабельну мережу і шарнірно установлену на нерухомій опорі поворотну головку з вітроколесом, вісь обертання якого розміщено горизонтально і котре містить маточину з лопатями, який відрізняється тим, що його споряджено додатковими лопатями, установленими на маточині вітроколеса, при цьому додаткові лопаті і лопаті вітроколеса розміщено паралельно одні за одними вздовж осі вітроколеса на відстані не менше довжини їх найбільшої хорди лопатей і додаткові лопаті мають однакову з лопатями вітроколеса форму і розміри.

2. Вітродвигун за п. 1, який відрізняється тим, що його споряджено подовжувачами лопатей, додатковими вітроколесами і струмознімачем, при цьому подовжувачі розміщено радіально між маточиною вітроколеса і лопатями і на них установлено електричні генератори, додаткові вітроколеса закріплено на валах електричних генераторів, струмознімач з'єднує електричні кабелі генераторів з електричним кабелем нерухомої опори і його установлено таким чином, що вісь обертання його елементів суміщено з віссю обертання вітроколеса.

3. Вітродвигун за п. 1, який відрізняється тим, що його споряджено механізмом повороту лопатей, котрий розміщено у поворотній головці і кінематично з'єднано із лопатями вітроколеса, які установлено шарнірно.

4. Вітродвигун за п. 1, який відрізняється тим, що поворотну головку шарнірно з'єднано з нерухомою

опорою і маточиною вітроколеса через опорні підшипники.

5. Вітродвигун за п. 1, який відрізняється тим, що нерухому опору виконано у вигляді ферми.

6. Вітродвигун за п. 1., який відрізняється тим, що маточину вітроколеса, корпус поворотної головки, а також з'єднані шарнірно елементи поворотної головки і нерухомої опори виконано з труб однакового діаметра.

7. Вітродвигун за п. 2, який відрізняється тим, що подовжувачі мають конічну форму і їх з'єднано з маточиною вітроколеса розтяжками, при цьому подовжувачі лопатей вітроколес і додаткових лопатей попарно скріплено.

8. Вітродвигун за п. 2, який відрізняється тим, що подовжувачі виконано порожнистими, при цьому електричні кабелі генераторів і елементи механізму повороту лопатей, розміщено всередині подовжувачів.

9. Вітродвигун за п. 2, який відрізняється тим, що його споряджено порожнистим пружним елементом, котрий одним кінцем закріплено на нерухомій опорі, а другим з'єднано з струмознімачем, при цьому електричний кабель нерухомої опори розміщено всередині пружного елемента.

10. Вітродвигун за п. 3, який відрізняється тим, що додаткові лопаті установлено шарнірно і кінематично з'єднано з лопатями вітроколеса.

11. Вітродвигун за п. 4, який відрізняється тим, що кабелі електричної мережі і елементи механізму повороту лопатей, розміщено всередині опорних підшипників маточини вітроколеса.

12. Вітродвигун за п. 5, який відрізняється тим, що нерухому опору виконано з конічних елементів, котрі з'єднано у конусоподібну конструкцію кільцевими елементами.

13. Вітродвигун за п. 10, який відрізняється тим, що на лопатях виконано циліндричні елементи, при цьому додаткові лопаті кінематично з'єднано з лопатями вітроколеса гнучкими стрічками, котрі охоплюють циліндричні елементи лопатей і скріплені з ними.

14. Вітродвигун за п. 12, який відрізняється тим, що конічні елементи нерухомої опори виготовлено з залізобетону.

(13) C2

(11) 55513

(19) UA

Пропонуваний пристрій відноситься до вітроенергетичного устаткування, а саме, до вітродвигунів і призначається для підвищення їх потужності.

Відомо вітродвигуни, що містять нерухому опору з електричним генератором (або будь-яким іншим перетворювачем вітрової енергії) і з'єднане з ним вітроколесо, вісь обертання якого розміщено вертикально (дивися, наприклад, а.с. №1605018, СРСР, МКВ 5 F 03 D 3/06, БВ №41, 1990р.). Вони мають просту і надійну конструкцію, проте, при таких важливих перевагах у них є ряд суттєвих недоліків, а саме - відносно велика вага і висока вартість, котрі значно зростають при збільшенні потужності вітродвигуна.

Найбільш близьким по технічній суті до пропонуємого пристрою є вітродвигун, який містить нерухому опору, електричний генератор, кабельну мережу і шарнірно встановлену на нерухомій опорі поворотну головку з вітроколесом, вісь обертання якого розміщено горизонтально, котре містить маточину і встановлені на ній лопаті (а.с. №1787206, СРСР, МКВ 5 F 03 D 1/00, БВ №1, 1993р.). Він також має просту і надійну конструкцію, що забезпечує тривалий термін роботи. Суттєвими недоліками, що обмежують його широке застосування у вітростанціях великої потужності, є дія великих навантажень на лопаті вітроколеса при штормовому вітрі, що потребує збільшення їх міцності, а також міцності нерухомої опори і значне збільшення розмірів лопатей і тихохідного електричного генератора при збільшенні потужності вітродвигуна, що разом призводить до збільшення їх ваги і, відповідно, вартості вітродвигуна.

В основу винаходу поставлено завдання створення вітродвигуна великої потужності, що має порівняно невелику вартість і вагу, завдяки зменшенню (у порівнянні з прототипом) розмірів і ваги лопатей і електричних генераторів, а також можливому внаслідок цього і завдяки зменшенню навантажень на лопаті вітроколеса, зниженню ваги нерухомої опори і застосуванню інших взаємозалежних технічних удосконалень.

Поставлене завдання вирішується тим, що вітродвигун, який містить нерухому опору, електричні генератори, кабельну мережу і встановлену на нерухомій опорі поворотну головку з вітроколесом, вісь обертання якого розміщено горизонтально і котре містить маточину з лопатями, споряджено додатковими лопатями, встановленими на маточині вітроколеса, при цьому додаткові лопаті і лопаті вітроколеса розміщено паралельно одні за одними по напрямку вітру (вздовж вісі вітроколеса) на відстані не менше довжини їх найбільшої хорди і додаткові лопаті мають однакову з лопатями вітроколеса форму і розміри, крім того:

- для зменшення ваги електричних генераторів (за рахунок використання швидкохідних генераторів без мультиплікаторів), а також охоплення більшої площі вітрового потоку,

вітродвигун додатково споряджено подовжувачами лопатей, додатковими вітроколесами і струмознімачем, при цьому подовжувачі розміщено радіально між маточиною вітроколеса і лопатями і на них встановлено електричні генератори, додаткові вітроколеса закріплено на валах електричних генераторів, струмознімач з'єднує електричні кабелі генераторів з електричним кабелем нерухомої опори і його встановлено таким чином, що вісь обертання його елементів суміщено з віссю обертання вітроколеса;

- для спрощення конструкції поворотну головку з'єднано з маточиною вітроколеса і з нерухомою опорю через опорні підшипники;

- для зменшення аеродинамічного опору нерухомої опори (що також дозволить наблизити додаткові вітроколеса до неї) її виконано у вигляді ферми;

- для спрощення конструкції і зниження вартості маточину вітроколеса, корпус поворотної головки, а також з'єднані шарнірні елементи поворотної головки і нерухомої опори виконано з труб однакового діаметра;

- для розширення функціональних можливостей лопатей вітроколеса вітродвигун споряджено механізмом повороту лопатей, котрий розміщено у поворотній головці і кінематичне з'єднано із лопатями вітроколеса, які встановлено шарнірно;

- для зменшення розмірів поворотної головки і поліпшення умов обслуговування вітродвигуна кабелі електричної мережі і елементи механізму повороту лопатей, розміщено всередині опорних підшипників маточини вітроколеса;

- для забезпечення необхідної жорсткості і зниження ваги нерухомої опори її виконано з конічних елементів, котрі з'єднано у конусоподібну конструкцію кільцевими елементами;

- для спрощення конструкції вітродвигуна додаткові лопаті встановлено шарнірно і кінематичне з'єднано з лопатями вітроколеса;

- для спрощення конструкції вітроколеса на лопатях виконано циліндричні елементи, при цьому додаткові лопаті кінематичне з'єднано з лопатями вітроколеса гнучкими стрічками, котрі охоплюють циліндричні елементи лопатей і скріплені з ними;

- для зниження вартості опори і поліпшення частотних характеристик її конічні елементи виготовлено з залізобетону;

- для зменшення ваги і поліпшення частотних характеристик вітроколеса подовжувачі мають конічну форму і їх з'єднано з маточиною вітроколеса розтяжками, при цьому подовжувачі лопатей вітроколеса і додаткових лопатей попарно скріплено;

- для виключення руйнації або закрутки електричного кабеля нерухомої опори, вітродвигун споряджено порожністим пружним елементом, котрий одним кінцем закріплено на нерухомій опорі, а другим з'єднано з струмознімачем, при

цьому електричний кабель нерухомої опори розміщено всередині пружного елемента;

- для зниження ваги подовжувачів і захисту елементів кабельної мережі і механізму повороту лопатей від ушкоджень і несприятливих кліматичних умов подовжувачі виконано порожністими, при цьому електричні кабелі генераторів і елементи механізму повороту лопатей, розміщено всередині подовжувачів.

Суть винаходу міститься в дальшому. Застосування додаткових лопатей, установлених перед або за лопатями вітроколеса і паралельно їм, дозволяє зменшити розміри лопатей вітроколеса, товщину їхніх елементів і, відповідно, знизити їхню вагу і вартість, а також ефективно застосувати ряд додаткових технічних удосконалень (використати подовжувачі із швидкохідними генераторами, розмістити вітроколеса безпосередньо на валах швидкохідних генераторів і, відповідно, відмовитися від дорогих, важких і громіздких тихохідних генераторів і мультиплікаторів і т.д.), що покращує характеристики вітродвигуна і дозволяє підвищувати його потужність без збільшення розмірів лопатей.

Для роз'яснення роботи пропонуємого пристрою опис має креслення на яких на фіг.1 і фіг.2 схематично зображено загальний вигляд пропонуємого вітродвигуна, на фіг.3 - продольний перетин поворотної головки, на фіг.4 - продольний перетин подовжувачей лопатей і на фіг.3 - елементи кінематичного з'єднання лопатей вітроколеса і додаткових лопатей.

Пропонуємий вітродвигун включає нерухому опору, виконану у вигляді ферми із конічних елементів 1 (фіг.1, фіг.2), з'єднану у конусоподібну конструкцію кільцевими елементами 2, 3 і розміщену на ній поворотну головку, що включає корпус 4 із основою 5 і вітроколесо, що містить лопаті 6, додаткові лопаті 7, котрі розміщено на відстані А (не менше довжини найбільшої хорди лопатей) від лопатей 6 і маточину 8 з обтічником 9 на який установлено подовжувачі 10, 11 конічної форми, скріплені попарно елементами 12 і з'єднані з маточиною 8 розтяжками 13, швидкохідні електричні генератори 14, установлені на подовжувачах 10, 11 і додаткові вітроколеса 15, закріплені на валах електричних генераторів 14, при цьому корпус поворотної головки 4, її основа 5, маточина 8 і кільцевий елемент нерухомої опори 2 виконано із труб однакового діаметра. Для підвищення ефективності роботи додаткових вітроколес 15 електричні генератори 14 повернуті на деякий кут (менше 30 градусів) назустріч вітровому потокові (для спрощення зображення це не показано).

У поворотній головці (фіг.3) розміщено пристрій повороту лопатей 16, котрий через кільцевий елемент 17 і вали 18, які розміщено всередині подовжувачів 10, з'єднано з лопатями 6 (фіг.1), пристрій орієнтації поворотної головки 19 (фіг.3), який взаємодіє шестірнею 20 із зубчастим колесом 21, котре закріплено на кільцевому елементі 2 нерухомої опори, фіксатор вітроколеса 22, струмознімач 23, через який передається електрична енергія з кабелів 24, котрі розміщено

всередині подовжувачів 11 додаткових лопатей 7 і з'єднано з електричними генераторами 14 (фіг.1), на кабель 25 (фіг.3), який розміщено всередині нерухомої опори і далі з'єднано з споживачем, при цьому частину електричного кабелю 25, що знаходиться в поворотній головці, розміщено всередині порожністого пружного елемента 26, котрий закріплено одним кінцем на верхній частині 27 нерухомої опори і з'єднано другим кінцем із струмознімачем 23, а кабель 25 закріплено всередині нерухомої опори на кронштейнах 28.

Для технічного обслуговування у верхній частині 27 нерухомої опори розміщено люк 29 під яким установлено драбину 30.

Корпус поворотної головки 4 з'єднано із маточиною вітроколеса 8 і з верхнім елементом нерухомої опори 27 через опорні підшипники 31, 32.

Вали 18 (фіг.4, фіг.5) лопатей вітроколеса 6 споряджено циліндричними елементами 33, а вали 34 додаткових лопатей 7 споряджено циліндричними елементами 35, при цьому на циліндричних елементах 33, 35 установлено стрічки 36, котрі скріплено з ними (наприклад, за допомогою зварювання 37) і розміщено всередині елементів 12, які скріплюють подовжувачі 10 з подовжувачами 11, а вали лопатей 18, 34 установлено всередині подовжувачів 10, 11 на підшипниках 38.

Робота пропонуємого вітродвигуна здійснюється наступним чином. Під дією вітру лопаті 6, 7 (фіг.1) обертаються разом із подовжувачами 10, 11 і маточиною 8, при цьому електричні генератори 14 (фіг.2) разом із додатковими вітроколесами 15 рухаються по колу і тому відносна швидкість вітрового потоку, що набігає на них, складається з геометричної суми швидкості вітрового потоку і їхньої лінійної колової швидкості руху. Лінійна колова швидкість руху додаткових вітроколес 15 значно перевищує швидкість вітру і, відповідно, швидкість їх обертання значно перевищує швидкість обертання вітроколеса, що дозволяє використовувати швидкохідні електричні генератори 14 без мультиплікаторів (редукторів). Вироблена генераторами 14 електрична енергія передається по кабелям 24 (фіг. 3), котрі розміщено всередині подовжувачів 11, через струмознімач 23 на кабель 25, який установлено всередині нерухомої опори, і по ньому споживачу.

При змінах швидкості вітру для виключення зміни швидкості обертання додаткових вітроколес 15 (фіг.1, фіг.2) механізм повороту лопатей 16 (фіг.3), за допомогою кільцевого елемента 17, обертає розмішені у подовжувачах 10 вали 18, котрі повертають лопаті вітроколеса 6 і вали 34 додаткових лопатей 7 (фіг.4), які з'єднано з ними гнучкими стрічками 36 (фіг.4, фіг.5) і, відповідно, додаткові лопаті 7, котрі повертаються одночасно з лопатями вітроколеса 6 і лишаються весь час паралельними їм. При цьому додаткові лопаті 7 (фіг.1, фіг.2) і лопаті вітроколеса 6 займають нове положення, котре забезпечує постійну швидкість обертання додаткових вітроколес 15 і, відповідно, роторів електричних генераторів 14, на валах яких їх закріплено, що забезпечує постійну частоту і

потужність виробленого генераторами 14 електричного струму.

При перевищенні вітром швидкості робочого діапазону механізм повороту лопатей 16 (фіг.3) повертає (аналогічно тому, як було описано вище) лопаті 6, 7 (фіг.1, фіг.2) у флюгерне положення. Відбувається аеродинамічне гальмування вітроколеса, яке зупиняється і, при необхідності, фіксується механізмом 22. Розміщення додаткових лопатей 7 на відстані А, більшій розміру їх найбільшої хорди, від лопатей вітроколеса 6, виключає взаємний вплив лопатей у процесі роботи і торкання при їх обертанні у флюгерне положення.

При зміні напрямку вітру пристрій 19 (фіг.3) обертає шестірню 20, котра обкочується навколо жорстко закріпленого на нерухомій опорі зубчастого колеса 21, переміщує по колу пристрій 19 і, відповідно, повертає і постійно орієнтує на вітер скріплену з пристроєм 19 поворотну головку, при цьому пружний елемент 26 згинається (але не закручується), його верхня частина переміщується (обкочується по колу навколо вісі обертання поворотної головки) разом із струмомнімачем 23 і, таким чином, виключається закручування або пошкодження розміщеного в поворотній головці кабеля 25.

При необхідності зупинки вітроколеса пристрій 19 повертає (як було описано вище) поворотну головку перпендикулярно до напрямку вітру і, таким чином, виводить вітроколесо з під його впливу. Відбувається аеродинамічне гальмування вітроколеса, яке зупиняється і фіксується механізмом 22.

Конструкція запропонованого вітродвигуна дозволяє також використовувати жорстко закріплені лопаті, забезпечуючи при цьому значне зниження діючих на них навантажень (особливо при штормовому вітрі), тому що їхня площа в

декілька разів менша ніж у лопатей прототипа і до того ж, розміщені одні за одними, вони мають у 2-3 рази менший аеродинамічний опір (а при використуванні подовжувачів в 4-6 разів), що у стільки ж разів знижує навантаження на нерухому опору і дозволяє також знизити її вагу і вартість,

Можливо використовувати також варіант конструкції в якій один ряд лопатей установлено нерухомо, а другий рухомо і з'єднано з механізмом повороту лопатей.

Таким чином, запропонований пристрій має ряд суттєвих переваг перед відомими вітродвигунами, а саме:

- більшу ефективність при меншій швидкості вітру;

- меншу вартість за рахунок зменшення вартості лопатей, електричних генераторів і нерухомої опори;

- більш високі техніко-економічні показники по ваговим, характеристикам, вартості і термінам окупності (по попереднім оцінкам вартість нижче на 30-40%);

- меншу вагу за рахунок зменшення ваги лопатей, електричних генераторів і нерухомої опори;

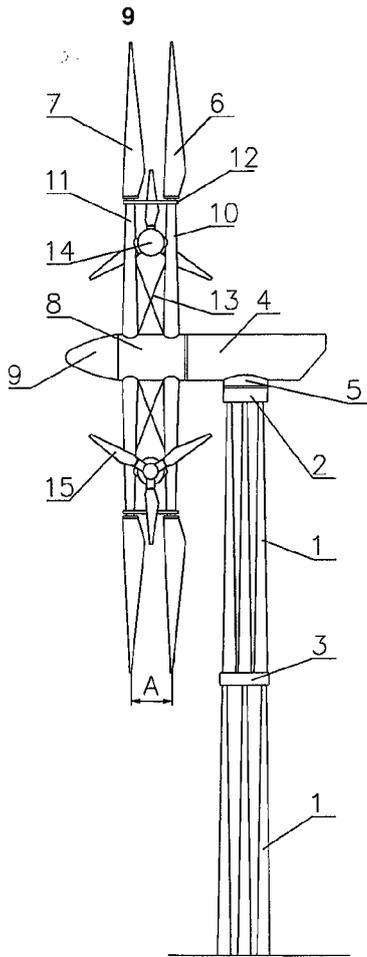
- більшу потужність із меншими лопатями;

- більшу надійність роботи за рахунок зменшення навантажень на лопаті і, відповідно, на елементи вітроколеса, електричного генератора і поворотної голівки;

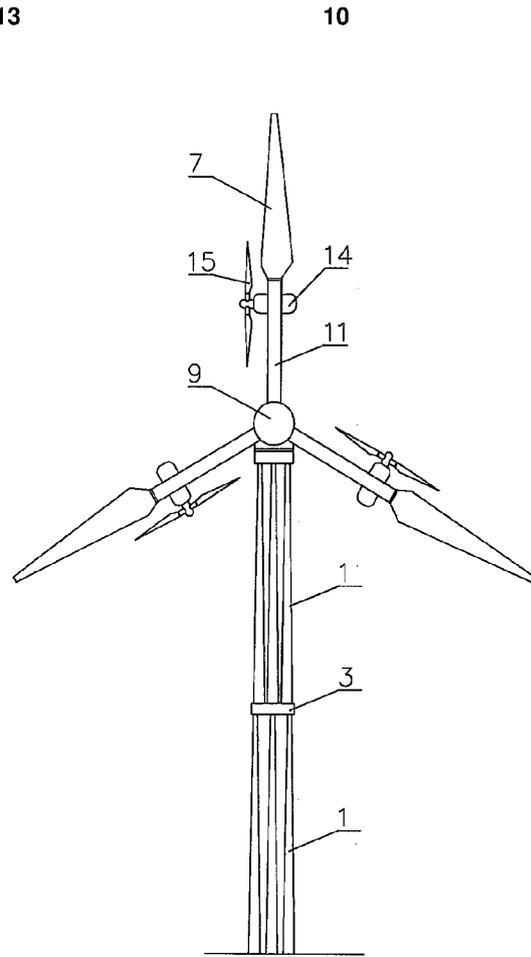
- сприймає значно менші навантаження при штормовому вітрі;

- більш широкі можливості застосування додаткових механізмів і пристроїв, котрі значно покращують характеристики вітродвигуна, і ряд додаткових переваг (дивися опис).

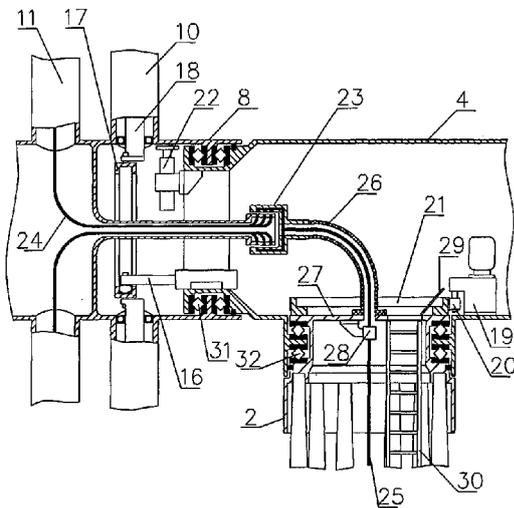
Усе це сприяє застосуванню запропонованого вітродвигуна.



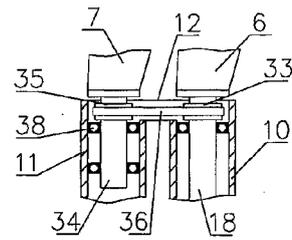
Фиг.1



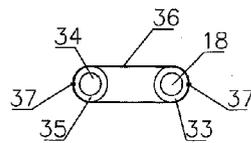
Фиг.2



Фиг.3



Фиг.4



Фиг.5

