



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93114 (13) C2
(51) МПК
F03D 7/04 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) МУЛЬТИГЕНЕРАТОРНА ВІТРОЕЛЕКТРИЧНА УСТАНОВКА

1

2

(21) а200905700

(22) 04.06.2009

(24) 10.01.2011

(46) 10.01.2011, Бюл.№ 1, 2011 р.

(72) ВИСОЧИН ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ, МИРОШНИЧЕНКО СЕРГІЙ ТИМОФІЙОВИЧ, ЧУЙКО СЕРГІЙ СЕМЕНОВИЧ, ПЕТРОЧЕНКО НАТАЛЯ ВІКТОРІВНА

(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЯДЕРНОЇ ЕНЕРГІЇ ТА ПРОМИСЛОВОСТІ

(56) UA 83740, 11.08.2008

RU 2000469, 07.09.1993

RU 2076240, 27.03.1997

RU 2024783, 15.12.1994

(57) Мультигенераторна вітроелектрична установка, що містить вітроколесо, мультиплікатор та n генераторів, яка відрізняється тим, що забезпечена вітроколесом з фіксованим кутом установки

лопатею, принаймні чотирма електричними генераторами, підключеними як навантаження залежно від фактичної енергії вітру, а передавання крутильного моменту від шківів первинного вала, обладнаного системою дискового електрогидравлічного гальмування, відбувається принаймні на два вторинні вали, встановлені на двох симетричних самоустановлюваних хитних кулісах, а між маточиною вітроколеса і первинним валом мультиплікатора встановлено торсіон, наприклад, пластинчастий, а мультиплікатор побудовано з використанням гнучких зв'язків і шківів з передавальним числом, утвореним простими числами, переднього самоустановлюваного дворядного підшипника мультиплікатора і заднього підшипника мультиплікатора з радіальним демпфуванням, і вихідний шків принаймні одного з вторинних валів має електромеханічну муфту зчеплення.

Винахід відноситься до нетрадиційних джерел енергії - вітроенергетики, переважно до автономних вітроелектричних установок, призначених для забезпечення електричною енергією об'єктів у місцях, де відсутні електричні мережі (туристичні табори, автономно розташовані котеджі, дачні ділянки і ін.).

Істотними ознаками аналогічних вітроелектричних установок є те, що вони є автономними, мають горизонтальну вісь обертання ротора, мають номінальну потужність вітроколеса до 10 кВт, кількість лопатей - до 10 (переважно 2-3) тобто низькомоментні, маса вітроагрегату не перевищує 3000 кг [1].

Вітроелектричні установки, використовувані в автономному режимі роботи, будують, як правило, відповідно до схеми: ротор вітроелектричної установки (з регулятором частоти обертання або без нього), електрогенератор, накопичувач електроенергії (електрохімічний акумулятор) і перетворювач постійної напруги в змінну напругу (одно- або трифазна напруга промислової частоти) [2].

Необхідно враховувати ту обставину, що потужність вітроелектричної установки пропорційна кубу швидкості вітру, тобто, при зростанні швидкості вітру, наприклад, на 10 % потужність на роторі

вітроелектричної установки зростає на 33 %, тобто, на третину.

Діапазон робочих швидкостей вітру може знаходитися в межах від 4 м/с до 10 - 12 м/с і більш, що відповідає зростанню потужності на валу генератора в 8 і більше разів [3,4].

Оскільки потужність на валу генератора є добуток крутильного моменту на частоту його обертання, то при цьому зростає у вісім разів або крутильний момент, або у вісім разів зростає число оборотів ротора при постійному моменті навантаження.

З теорії регулювання відомо, що система, побудована відповідно до схеми: ротор ВЕУ - мультиплікатор - генератор - навантаження, буде стійкою у тому випадку, коли постійна часу наступної ланки буде менше попередньої. Іншими словами, головне завдання регулювання вітроелектричної установки полягає в підтримці постійного числа оборотів ротора генератора при різних величинах швидкості вітру і навантаження.

Найбільш поширений в даний час спосіб збереження постійної величини швидкості обертання ротора (числа його оборотів) - це флюгерне регулювання - тобто зміна аеродинамічної характеристики ротора шляхом повороту лопатей. Поворот

(19) UA (11) 93114 (13) C2

лопатею може здійснюватися або за допомогою відцентрових регуляторів, або спеціальних аеродинамічних пристроїв, що встановлюють на самих лопатях.

Відомий ще спосіб регулювання - застосування технології змінної частоти з використанням електричних генераторів із змінним числом пар полюсів.

Все це істотно ускладнює конструкцію і збільшує вагу вітроелектричних установок, а, отже, приводить до їх подорожчання.

Прототипом до винаходу, що заявляється, є вітроелектрична установка 5 кВт «Еней» [8]. Вітроелектрична установка «Еней» призначена для забезпечення електроенергією об'єктів у місцях, де відсутні електричні мережі (турбази, бази відпочинку, фермерські господарства, системи автономного водопостачання, дачні господарства і т. п.), а також для забезпечення резервного електроживлення в місцях з перебоями в електропостачанні.

Вітроелектрична установка складається з гондоли з лопатями, башти (щогли) і пристрою керування. Гондола містить вітроколесо з опорно-поворотним механізмом і електричний машинний генератор. Вітроколесо складається з маточини з махами і поворотними лопатями, а також забезпечено механізмом відцентрового аеромеханічного регулювання швидкості обертання і механізмом гальмування. Генератор виконано на постійних супермагнітах без обмотки збудження. На валу генератора розміщено вітроколесо. Корпус генератора встановлено на опорно-поворотному механізмі, забезпеченому електронним стабілізатором орієнтації, і закріпленому на оголовку башти. Пристрій керування, виконаний на основі симісторних ключів, здійснює додаткове регулювання швидкості обертання і комутацію баластних навантажень і навантажень користувача. Електричну вихідну потужність джерела безперебійного живлення (ДБЖ), ємність акумуляторних батарей ДБЖ, а також тип акумуляторів вибирають, виходячи з величини споживаної потужності конкретного навантаження, заданого часу підтримки «безперебійності» і необхідного терміну експлуатації акумуляторів. Як електричні навантаження можуть підніматися будь-які прилади відповідної електричної потужності, зокрема: зарядні пристрої, вентилятори, насоси, нагрівачі, джерела безперебійного живлення (ДБЖ) і тому подібне. У разі відмикання або відсутності навантажень споживача, вся енергія витрачається на баластному навантаженні, як яке використовують адаптований побутовий повітряний конвектор (нагрівач). При необхідності забезпечення безперебійності електроживлення навантажень користувача використовують типові стандартні ДБЖ, що працюють з мережею 220 В, 50 Гц. Максимальне значення електричної потужності генератора - 5 кВт при напрузі електричного струму - 220 В, частоті - 50 Гц при швидкості вітру 11 м/с. Орієнтація вітроколеса за вітром - пасивна, з установкою вітроколеса «за баштою», з електронною стабілізацією позиціонування [8].

Недоліками прототипу є:

- складна (шарнірна) конструкція ротора, обумовлена необхідністю повороту лопатей залежно від надхідного енергетичного потоку;

- захист від буряного вітру і зупинки вітряка на ходу здійснюють вручну, що знижує надійність вітроустановки, тобто відсутній автоматичний захист вітроустановки від буряного вітру [8].

Технічне завдання винаходу полягає в підвищенні надійності вітроелектричної установки за рахунок автоматичного узгодження кількості електричних генераторів, що підмикаються, за критерієм потужності на валу вітроколеса.

Вказане завдання розв'язується таким чином, що мультигенераторна вітроелектрична установка має вітроколесо, мультиплікатор та n генераторів, забезпечена, відповідно винаходу, вітроколесом з фіксованим кутом установки лопатей, принаймні, чотирма електричними генераторами, підімкнутими як навантаження залежно від фактичної енергії вітру, а передання крутильного моменту від шківів первинного вала, обладнаного системою дискового електрогидравлічного гальмування, відбувається, принаймні, на два вторинні вали, встановлених на двох симетричних самоустановлюваних хитних кулісах, а між маточиною вітроколеса і первинним валом мультиплікатора встановлено торсіон (наприклад, пластинчастий), а мультиплікатор побудовано з використанням гнучких зв'язків і шківів з передавальним числом, утвореним простими числами, переднім самоустановлюваним дворядним підшипником мультиплікатора і заднім підшипником мультиплікатора - з радіальним демпфуванням, і вихідний шків, принаймні, одного з вторинних валів має електромеханічну муфту зчеплення.

На Фіг. показана схема запропонованої вітроелектричної установки, де:

- 1 - маточина вітроколеса;
- 2 - лопаті вітроколеса;
- 3 - пластинчастий торсіон;
- 4 - первинний вал мультиплікатора;
- 5 - шків первинного валу мультиплікатора;
- 6 - гнучкий зв'язок;
- 7 - первинний шків вторинного вала;
- 8 - вторинний вал без електромагнітної муфти;
- 9 - електромагнітна муфта;
- 10 - задній підшипник;
- 11 - важіль хитної куліси;
- 12 - вентиляований гальмівний диск;
- 13 - супорт системи примусового електрогидравлічного гальмування;
- 14 - електричний генератор;
- 15 - передній підшипник;
- 16 - вторинний шків вторинного вала без електромагнітної муфти;
- 17 - вторинний вал з електромагнітною муфтою;
- 18 - вторинний шків вторинного вала з електромагнітною муфтою.

Мультигенераторна вітроелектрична установка виконана таким чином: Вона складається з вітроколеса, що містить лопаті 2, жорстко приєднані до маточини 1. Маточина 1 з'єднана торсіоном 3 з первинним валом 4 мультиплікатора. На первинному валу 4 мультиплікатора знаходиться шків 5, який з'єднаний двома гнучкими зв'язками 6 з дво-

ма первинними шківками 7 вторинних валів 8 і 17. Первинний вал 4 мультиплікатора розміщено на дворядному самоустановлюваному підшипнику 15 і задньому демпфованому підшипнику 10. Шків 5 первинного вала 4 обладнаний вентиляційним гальмівним диском 12, який взаємодіє з супортом 13 системи примусового електрогидравлічного гальмування. Вторинний вал 8 розміщено в двох підшипниках, розташованих у двох важелях 11 хитної куліси. Два електричні генератори 14 приєднані механічно до вторинного шківка 16 вторинного вала 8. Другий вторинний шків 18 вторинного вала 17 ввімкнено до вторинного вала через електромагнітну муфту 9.

Робота вітроустановки відбувається таким чином: при швидкості вітру 3 -4 м/с починає обертатися ротор вітроколеса, механічно приєднаний до двох електричних генераторів, один з яких електрично приєднаний до навантаження. При цьому відповідно до закону збереження енергії частота обертання ротора вітроколеса досягне номінальної частоти обертання, визначуваною швидкістю вітрового потоку і потужністю навантаження першого генератора.

При зростанні потужності вітрового потоку (швидкості вітру) збільшиться частота обертання ротора вітроколеса і, досягнувши верхньої межі поля допуску за частотою ротора вітроколеса, системою автоматики електрично вмикається другий генератор.

При зниженні швидкості вітру частота обертання ротора вітроколеса знижується до нижньої межі поля допуску, і другий генератор автоматично відмикається. За цією ж схемою вмикається - відмикається третій і четвертий генератори.

Таким чином, частота обертання ротора вітроколеса постійно знаходиться в полі допуску, обумовленого потужністю вітрового потоку (швидкості вітру) і величиною навантаження, визначуваною кількістю електричних генераторів, що автоматично підмикаються.

Розрахунки показують, що при чотиригенераторній (мультигенераторній) схемі і використанні асинхронних генераторів постійного струму кожен генератор повинен мати максимальну електричну потужність, принаймні рівну 1/4 номінальної (встановленої) потужності даної вітроелектричної установки.

При мінімальному вітрі у виробленні електричної енергії бере участь один генератор, генерую-

чи потужність до 25 % номінальної; при максимальному розрахунковому вітрі - всі чотири, забезпечуючи 100 % знімання енергії з вхідного валу.

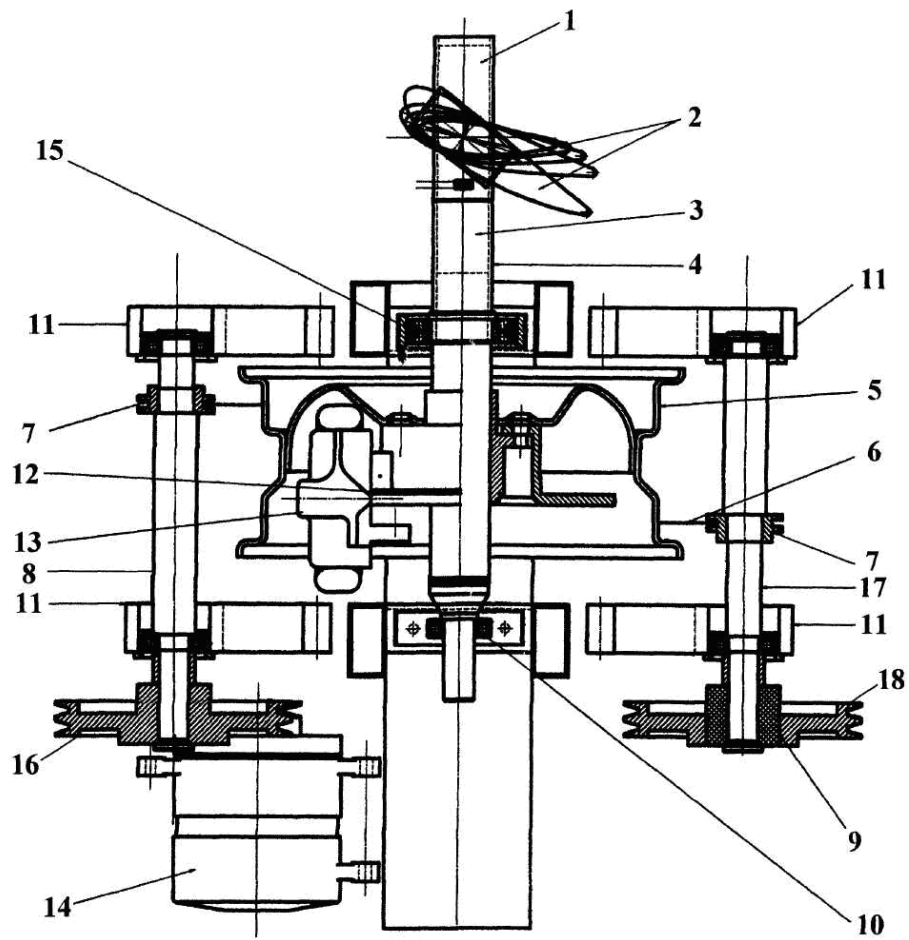
При перевищенні швидкості вітру вище максимальної розрахункової або при аварійному зниженні навантаження (механічному або електричному відмиканні одного або більш генераторів) автоматично вмикається система активного електрогидравлічного гальмування з подальшим виведенням вітроелектричної установки з-під вітру за допомогою механізму хвостового оперення.

Датчик числа оборотів видає аналоговий сигнал через аналого-цифровий перетворювач (АЦП) в мікроконтролер, який виконує необхідні обчислення і видає через цифро-аналоговий перетворювач (ЦАП) в систему керування сигнал на підмикання необхідних генераторів або їх груп.

Таким чином, перехід вітроелектричної установки від схеми з одним генератором до мультигенераторної схеми з підмиканням потрібної кількості генераторів за критерієм потужності, що поступає від ротора вітроколеса, дозволяє стабілізувати число оборотів ротора не вдаючись до флюгування лопатей, що дозволяє спростити конструкцію ротора вітроколеса і підвищити надійність вітроелектричної установки в цілому.

Джерела інформації:

1. Яхно О.М., Таурит Т.Г., Грабар И.Г. Ветроэнергетика: конструирование и расчет ВЭУ: Учебное пособие. - Житомир: ЖГТУ, 2002. - 225 с.
2. Щербина О.М. Энергия для всех: Технический довідник з енергоощадності відновних джерел енергії. - Ужгород: Вид. В.Падяка, 2007. - 340 с.
3. Проспект АВЭ-250 С «Агрегат ветроэлектрический», Днепропетровск. НПО «Южное», НПО «Ветрозн.» - 4 с.
4. Проспект «Ветроэлектрический агрегат ВЕУ-500». Днепропетровськ, НВО «Південне». - С.1.
5. Проспект «Ветроэлектрический агрегат ВЕУ-220». Днепропетровськ, НВО «Південне». - С.1.
6. Проспект «Ветроэлектрическая установка ВЭУ 16/30», МКС «ВЕТРОМАШ», Днепропетровск. - С. 2.
7. Проспект. «Ветроагрегат АВЗУ6-4М ТУЗ3-28-87 и установка ветроэлектрическая УВЭ-200». - Севастополь, фирма «Сяйво», 1998, - 2 с.
8. Рекламный буклет Ветроэлектростанция 5 кВт «Эней» Разработчик и изготовитель ООО фирма «Телефан».



Фіг.