

**ОПИСАНИЕ  
ИЗОБРЕТЕНИЯ  
К ПАТЕНТУ**  
(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ

(19) **ВУ** (11) **5868**

(13) **С1**

(51)<sup>7</sup> **F 03D 5/00, 9/00**



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(54)

**ВЕТРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ**

(21) Номер заявки: а 20000118

(22) 2000.02.08

(46) 2004.03.30

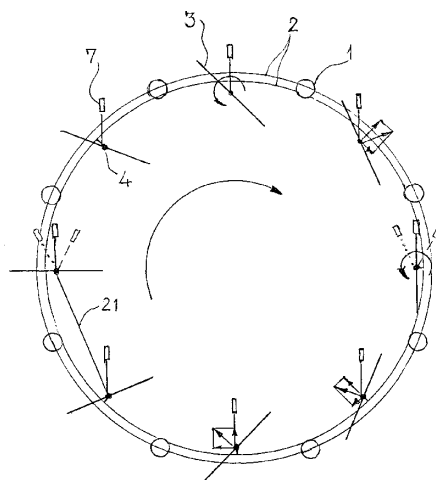
(71) Заявитель: Учреждение образования  
"Брестский государственный техни-  
ческий университет" (ВУ)

(72) Автор: Северянин Виталий Степано-  
вич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение обра-  
зования "Брестский государственный  
технический университет" (ВУ)

(57)

Ветроэлектростанция, содержащая опоры, рельсы, парусные системы, электрогенераторы, отличающаяся тем, что рельсы образуют два расположенных друг над другом круга, закрепленных на опорах, парусные системы установлены на рельсы опорными и упорными колесами, связаны между собой жесткими тягами и выполнены в виде вертикальной трубы, в которую вставлена ось паруса и на которой закреплен электрогенератор, вал которого через редуктор соединен с одним из колес парусной системы, внутри оси паруса расположен шток, имеющий сверху флюгер и наклонное крыло, а снизу - электрические контакты, ось паруса имеет закрепленное на ней зубчатое колесо, связанное редуктором с одним из колес, а снизу - контакты, выполненные с возможностью соприкосновения с контактами на вертикальной трубе, параллельно рельсам на опорах закреплены изолированные шины, связанные со всеми электрогенераторами и электроблоком, предназначенным для передачи электроэнергии потребителю.



Фиг. 1

**ВУ 5868 С1**

# BY 5868 C1

(56)

RU 2005204 C1, 1993.

SU 1044813 A, 1983.

SU 18329, 1930.

RU 2131537 C1, 1999.

RU 2008517 C1, 1994.

WO 81/01867 A1.

US 1794930 A, 1931.

US 2082966 A, 1937.

GB 2219831 A, 1989.

FR 2291380, 1974.

---

Ветроэлектростанция относится к энергетике и может быть использована для выработки больших количеств электроэнергии автономно или в составе энергосистем.

Известны ветроэнергетические установки [1], состоящие из ветроколеса, башни (мачты), электрогенератора, смонтированного наверху у ветроколеса или на земле, воспринимающего кинетическую энергию вращения при помощи механических передач. Недостаток этих устройств - ограничение вырабатываемой мощности размерами лопастей ветроколеса. Так как вырабатываемая мощность пропорциональна кубу скорости ветра и величине площади, ометаемой ветроколесом, то в районах с небольшой среднестатистической скоростью ветра (для РБ - 4,3 м/сек) большие размеры лопастей и башен становятся неприемлемыми. При заданной скорости ветра увеличение мощности может идти только путем увеличения площади рабочих органов, воспринимающих ветровой поток (по аналогии с морскими парусными кораблями). В этом случае конструкция устройства должна механически соответствовать большим передаваемым усилиям. Один из путей реализации таких схем - использование парусных конструкций, катящихся по земле, (воде) по рельсам (или на лодках). Проблемой становится возврат таких конструкций в исходное положение, т.к. при завершении цикла возникают участки движения против ветра, а также согласование ориентации парусов с изменяющимся направлением ветра.

В устройстве по [2] круговое движение реализуется при помощи штанг. Это устройство состоит из общей опоры, штанг, присоединенных к рабочим обтекаемым телам. Устройство имеет цепь управления с электрическим включением и выключением, регулирующее положение рабочих обтекаемых органов. Штанги подсоединены к одному общему центральному потребителю энергии. Недостаток прототипа - при больших размерах недопустимы большие усилия на штангах при передаче крутящего момента от рабочих органов центральному потребителю энергии, устройство занимает большую территорию, что усложняет ее сельскохозяйственное использование, отсутствие автоматического регулирования расположения рабочих органов при изменении направления ветра и его аварийной величине.

Цель настоящего изобретения - создание ветроэлектростанции большой (не менее 100 МВт) мощности, не загромождающей сельскохозяйственные площади, воспринимающей ветер любого изменяющегося направления.

Задача, решаемая изобретением, состоит в том, чтобы использовать круговое движение парусных систем без передачи момента вращения на центральную опору, автоматизировать поворот рабочих органов (парусов) при круговом их движении и при перемене направления ветра, поднять основные конструкции над уровнем земли.

Технический результат при этом заключается в увеличении единичной мощности ветроэлектростанции, т.к. возможно резкое увеличение площадей рабочих органов с целью реализации максимального усилия от них на электрогенераторы.

Указанная цель достигается тем, что ветроэлектростанция, содержащая опоры, рельсы, парусные системы, электрогенераторы, выполнена таким образом, что рельсы образуют

# ВУ 5868 С1

два расположенных друг над другом круга, закрепленных на опорах, парусные системы установлены на рельсы опорными и упорными колесами, связаны между собой жесткими тягами и выполнены в виде вертикальной трубы, в которую вставлена ось паруса и на которой закреплен электрогенератор, вал которого через редуктор соединен с одним из колес парусной системы, внутри оси паруса расположен шток, имеющий сверху флюгер и наклонное крыло, а снизу - электрические контакты, ось паруса имеет закрепленное на ней зубчатое колесо, связанное редуктором с одним из колес, а снизу - контакты, выполненные с возможностью соприкосновения с контактами на вертикальной трубе, параллельно рельсам на опорах закреплены изолированные шины, связанные со всеми электрогенераторами и электроблоком, предназначенным для передачи электроэнергии потребителю.

На чертежах представлена конструкция предлагаемой ветроэлектростанции: фиг. 1 - схематический вид сверху; фиг. 2 - конструкция одной из парусных систем; фиг. 3 - схема коммуникаций в парусной системе (вид по 1-1); фиг. 4 - управляющая электрическая цепь на отключение; фиг. 5 - то же на ускорение движения паруса; фиг. 6 - то же аварийная.

Обозначения:

1 - опора; 2 - рельсы; 3 - парус; 4 - ось паруса; 5 - труба; 6 - подшипники; 7 - флюгер; 8 - шток; 9 - соединительные контакты; 10 - управляющие контакты; 11 - зубчатое колесо; 12 - опорное колесо; 13 - упорное колесо; 14 - редуктор; 15 - электрогенератор; 16 - шины; 17 - электроблок; 18 - контактная полоса; 19 - наклонное крыло; 20 - двигатель; 21 - тяги; а, б - соленоиды, А,Б - управляющие электроцепи на повороты парусов, В - отключающая электроцепь.

Ветроэлектростанция состоит из опор 1 (башни, колонны, мачты) высотой 4...15 метров, на которых сверху один над другим на кронштейнах закреплены рельсы 2, образующие в плане круг (см. фиг. 1) диаметром 100...5000 м. В качестве рельсов использована полоса из легкого прочного материала.

Парусная система состоит из паруса 3 (плоскость из пластика, армирована стержнями, связанными между собой тросовыми оттяжками) треугольной или другой формы (см. фиг. 2). По вертикальной оси симметрии парус 3 имеет ось 4 в виде трубы (например, диаметром 100...500 мм). Высота паруса составляет 5...100 м, ширина 5...30 м. Ось паруса 3 введена в трубу 5 (стальная труба диаметром 200...800 мм, длиной 2...15 м), где фиксируется подшипниками 6 с возможностью кругового поворота. Над парусом 3 расположен флюгер 7 (флаг размером от 0,5×2 м до 1×10 м), связанный со штоком 8, который проходит внутри оси 4 паруса 3. В нижней части трубы 5 оси 4, штока 8 смонтированы скользящие контакты: соединительные контакты 9 (их всего 6 шт) и управляющие контакты 10 снизу дугами или скобами прикреплены к оси 4, штоку 8 и скользят по поверхности трубы 5 и оси 4. На оси 4 над трубой 5 закреплено зубчатое колесо 11 с двойной шестерней. Труба 5 кронштейнами соединена с опорным колесом 12 (имеющим реборды) и упорным колесом 13 (ось которого имеет шлицы). Зубчатое колесо 11 через редуктор 14 связано с упорным колесом 13. Редуктор 14 представляет собой вал, способный перемещаться по своей оси; сверху имеет две шестерни разного диаметра, закрепленных с зазором, тормозную колодку. Посередине вала редуктора 14 установлено два соленоида "а" и "б"; тяги от соленоидов связаны с валом через шарнир. Вал редуктора 14 имеет с колесом 13 шлицевое соединение; он через муфту связан с двигателем 20. Редуктор 14 имеет такие параметры шестерен, что за один проход парусной системы по кругу парус делает 1/2 оборота (см. фиг. 3) вокруг своей оси 4 при постоянном направлении ветра. Редуктор 14 при помощи соленоидов "а" и "б" имеет три режима работы: нормальный (1/2 оборота паруса за один круг - расположение шестерен по фиг. 2); отключение (вал редуктора поднимается, соединение с зубчатым колесом отключается и оно тормозится); ускоренный (вал опускается, в зацепление входит верхняя шестерня вала). Он является аналогом коробки скоростей; соленоиды "а" и "б" реализуют режим отключения и ускорения. Эти режимы являются временными и включаются только на время приспособления к изменившемуся направлению ветра.

# ВУ 5868 С1

У опорного колеса 12 смонтирован на балках электрогенератор 15 со своим редуктором и муфтой, воспринимающей вращение реборды колеса 12. Под электрогенератором 15 на опорах 1 расположены шины 16, которые связаны со всеми электрогенераторами контактами типа троллейбусных и электроблоком 17, предназначенным для доводки качества электроэнергии и передачи ее потребителю.

Управляющая электроцепь на отключение А (см. фиг. 4) состоит из соединительных 9 и управляющих 10 скользящих контактов, контактной полосы 18, соленоида "а" редуктора 14, электрогенератора 15, регулирующих резисторов и трансформатора, не показанных на схеме. Соединительные контакты 9 - это кольцо на оси 4 или штоке 8 ("к4"; "к8") с соответствующим токоъемником, а регулирующие контакты 10 - это контактная полоса 18, обернутая с изоляционной подложкой вокруг трубы 5 ("на5") и соответствующие токоъемники, связанные с кольцами соединительных контактов 9. Длина контактной полосы 18 равна длине окружности поперечного сечения трубы 5, нижние выступы расположены по диаметрам, перпендикулярному и параллельному радиусу круга рельсов 2.

Управляющая электроцепь на ускорение Б (см. фиг. 5) состоит из соленоида "б", электрогенератора 15, соединительных и управляющих контактов, аналогичных вышеописанным, контактной полосы 18, которая через изоляционную подложку накинута на контактную полосу 18 цепи А.

На штоке 8 сверху закреплено наклонное крыло 19 в виде круга.

Аварийная электроцепь В (см. фиг. 6) имеет соединительные контакты 9 на оси 4 и штоке 8, контактную полосу 18 на оси 4, вспомогательный двигатель 20 с муфтой, источник питания (электрогенератор 15 или независимый), соленоид "б".

Контактные полосы 18 цепей А, Б, В отличаются друг от друга выступами (или контактными промежутками), что обуславливает соответствующую работу цепей.

Парусные системы связаны друг с другом тягами 21 для передачи усилий на движение.

Работает ветроэлектростанция следующим образом. При наличии ветра (стрелки внизу, см. фиг. 1) опоры 1 воспринимают конструкционную и динамическую нагрузку от рельсов 2. При помощи последних происходит движение парусных систем по кругу со скоростью 5...20 км/час. Перпендикулярное расположение парусов 3 относительно направления ветра должно сменяться на угловое, при встречном движении плоскость паруса параллельна ветру. Поэтому рабочее усилие равно нулю только в одной крайней правой точке круга (см. разложение векторов сил на парусах), здесь аналогия движения парусного судна против встречного ветра. Таким образом, при движении по кругу парус должен поворачиваться против часовой стрелки вокруг своей оси, которая вращается в трубе 5 на подшипниках 6. Усилие касательно рельсам 2 передается трубе 5, и парусная система движется по рельсам по часовой стрелке. Величина усилия зависит от квадрата скорости ветра и размеров паруса 3 и может составить несколько тонн.

Флюгер 7 все время направлен по ветру, и шток 8, имеющий внизу контакты 9 и 10, способен передавать электрическое напряжение на управляющие контакты 10.

Ось 4 и парус 3 поворачиваются при помощи зубчатого колеса 11, вращающегося от колеса 13 при помощи редуктора 14, при этом перпендикулярное и параллельное ветру положение паруса 3 - на диаметрально противоположных сторонах круга рельсов 2.

Вращение верхних опорных колес 12 передается на вал электрогенераторов 15, в которых вырабатывается переменный трехфазный ток (наиболее употребительные и дешевые электрические машины; возможны другие). Выработанная электроэнергия троллейбусными контактами подается на шины 16 и далее на электроблок 17, где может производиться выпрямление, а затем генерирование переменного тока с частотой 50 герц.

При смене направления ветра по часовой стрелке (пунктирные линии на фиг. 1) флюгер поворачивается, шток 8 приводит в действие цепь А (фиг. 4), включается соленоид "а", он поднимает (через тяги, поворачивающиеся на оси) вал редуктора 14, шестерни выходят из зацепления, зубчатое колесо 11 стопорится. Парусная система продолжает перемещать-

# ВУ 5868 С1

ся по рельсам 2 с тем же расположением паруса 3; когда флюгер 7 займет положение касательно кругу рельсов 2, контакт 10 попадает в зону отключения полосы 18, соленоид "а" отключается, вал редуктора 14 опускается, и парусная система продолжает прежнее вращение вокруг оси 4, и круг рельсов 2 обходится с новым направлением ветра.

При смене направления ветра против часовой стрелки (точечные линии на фиг. 1) включается флюгером 7 управляющая электроцепь Б, срабатывает соленоид "б", вал редуктора 14 опускается, входят в зацепление верхние шестерни редуктора 14 и зубчатого колеса 11, парус 3 ускоренно поворачивается против часовой стрелки, пока не станет перпендикулярно флюгеру 7, и цепь Б отключается, движение парусных систем становится прежним.

Таким образом, цепи А и Б включаются при перемене направления ветра, при постоянном не включаются, они корректируют расположение паруса 3.

В случае увеличения скорости ветра до аварийного значения шток 8 под действием наклонного крыла 19 приподнимается, цепи А и Б размыкаются, срабатывает цепь В при помощи приподнятого управляющего контакта 10 этой цепи и соленоида "б", включается двигатель 20, его муфта спускает вал редуктора 14 и выводит его из шлицевого зацепления с колесом 13, парус 3 вращается до совпадения его плоскости с вектором скорости ветра по флюгеру 7, цепь В отключается, парус 3 выводится из работы, вся система останавливается.

Повторная пусковая установка парусов производится также двигателем 20, который включается от независимого питания, вся система приходит в движение, причем перемещение парусных систем дистанционируется и синхронизируется тягами 21.

Территория внутри круга рельсов 2 свободна для сельскохозяйственной деятельности, она доступна всем машинам и механизмам. Ветроэлектростанция не является генератором инфразвуковых излучений, каковыми являются все машины (лопастные) больших размеров.

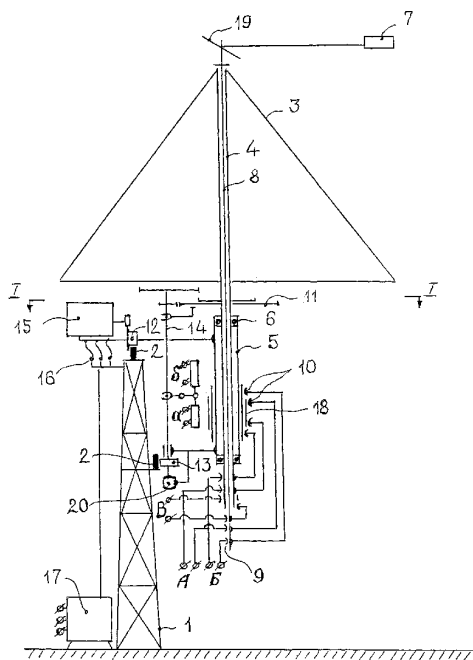
Если мощность, вырабатываемая одной парусной системой, составляет 500...1000 КВт, то при их размещении не менее 100 штук на круге диаметром 1 км суммарная мощность станции более 100 МВт, мощность не достижимая на обычных ветроэлектростанциях.

Технико-экономическая эффективность изобретения заключается в повышении единичной мощности ветроэлектростанции при умеренных капитальных затратах, при минимальных воздействиях на прилегающую поверхность земли и окружающую среду.

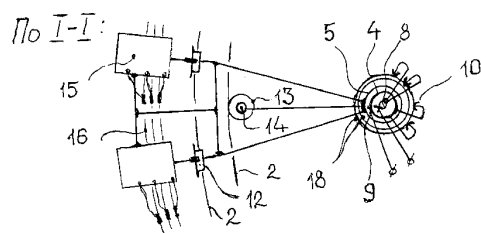
## Источники информации:

1. Фатеев Е.М. Ветродвигатели и их применение в сельском хозяйстве. - М.: Машгиз, 1952. - С. 230, рис. 171 (аналог).
2. Патент РФ № 2005204 F 03Д 5/06. Преобразователь кинетической энергии потока текущей среды в полезную энергию. В.И. Емельянов. Б.И. № 47-48, 1993. - С. 53 (прототип).

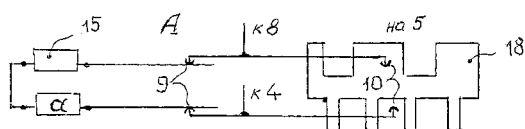
# BY 5868 C1



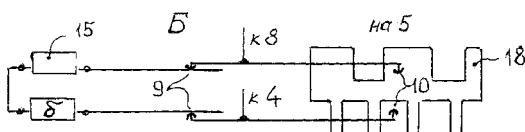
Фиг. 2



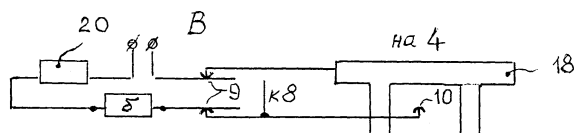
Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6