

Изобретение относится к области ветроэнергетики и может быть использовано при строительстве ветродвигателей и ветроэлектрических станций в большом диапазоне мощности.

Из ветроэнергетических агрегатов с вертикальной осью вращения наибольшее применение находят установки Дарье. Их преимущество состоит в том, что их работа не зависит от направления ветра. Их ротор выполнен в виде кольцевого обода или радиальных траверс с прикрепленными к ним вертикальными лопастями.

Известна, например, ветроэнергетическая установка с вертикальной осью вращения, в которой кольцо с лопастями движется по роликовым опорам, установленным на башне [1].

Установки [2] и [3] содержат вертикальные лопасти, прикрепленные к траверсам, вертикальный вал и установленные на его верхнем конце опорный ствол и механизм поворота лопастей.

Недостаток таких установок состоит в повышении дебаланса при вращении ротора под воздействием горизонтальной (ветровой) нагрузки, поскольку ось вращения закреплена в вертикальном положении, и в необходимости ориентации на ветер механизма поворота лопастей.

Первый недостаток устранен в [4], в котором траверсы ротора оперты на вертикальный вал отбора мощности через сферический шарнир, а опорными катками - на кольцевой путь. В рабочем положении ротора катки расположены с зазором относительно кольцевого пути. В результате при работе установки ротор не закреплен от наклонов, что существенно уменьшает внутренние динамические реакции, изменяющиеся с частотой вращения ротора. Недостатком данного решения особенно при относительно высокой опоре) является необходимость устройства кольцевого пути, опорных катков и системы управления ими для запуска и остановки двигателя. Для поворота лопастей в данном решении возможны дополнительные устройства, не предусмотренные в описании изобретения.

Наиболее близок к заявляемому решению по совокупности конструктивных признаков ротор ветродвигателя с вертикальной осью вращения, содержащий центральную опору, жесткое ветроколесо с лопастями (кольцевой ротор), раскрепленное тяжами на оголовке с подшипником и нижний подшипник ствола, вращающегося вместе с колесом на центральной опоре. Узлы статора в этом решении смонтированы на стойках, расположенных вокруг ротора на своих фундаментах [5].

С точки зрения наших целей данное решение имеет следующие недостатки. Ось вращения ротора закреплена от наклонов, что обуславливает появление дебаланса ротора при воздействии на него горизонтальной ветровой нагрузки. При этом опора подвергается действию вертикального момента в плоскости равнодействующей ветрового деления, а конструкция ветроколеса - усилиям, изменяющимся с частотой вращения. Эти переменные усилия снижают надежность конструкции.

В основу предлагаемого решения поставлена

задача разработать ветродвигатель с центральной опорой, свободный от дебаланса при вращении под действием ветра, и увеличить коэффициент использования ветра посредством обеспечения вертикальности лопастей и автоматического управления их углами атаки.

Для решения поставленной задачи предложен ветродвигатель с центральной опорой, жестким ветроколесом с лопастями, раскрепленным тяжами на оголовке, опертый на вертикальный вал. Согласно изобретению оголовок оперт на вертикальный вал через шарнир карданной передачи, лопасти на ветроколесе смонтированы с возможностью поворота в своих радиальных плоскостях, вертикальный вал ниже шарнира карданной передачи снабжен фланцем, соединенным тяжами с лопастями в их нижней части. При этом шарниры крепления тяг к лопастям и фланцу с шарниром карданной передачи и осью поворота лопастей в вертикальных плоскостях образуют параллелограммы.

Для автоматического управления углами атаки лопастей последние установлены в узлах опирания на ветроколесо с возможностью поворота относительно своих продольных осей, а на ветроколесе в вертикальных плоскостях, параллельных радиальным, установлены шарнирные стержни, соединенные другими концами с лопастями с эксцентриситетом относительно их продольных осей.

Соединение оголовка с вертикальным валом шарниром карданной передачи позволяет ветроколесу изменять величину и направление наклона оси вращения в зависимости от силы и направления ветра (чем больше сила ветра и соответственно скорость вращения ветроколеса, тем больше наклон оси вращения навстречу ветру). При этом достигается уравнивание гравитационных, центробежных и ветровых сил, действующих на ветроколесо при его вращении. Благодаря параллелограмму, образованному в вертикальной радиальной плоскости лопасти шарнирами крепления тяги к лопасти и фланцу, осью поворота лопасти в вертикальной плоскости и шарниром карданной передачи, лопасти сохраняют вертикальное положение, а шарнирные стержни, прикрепленные к лопастям с эксцентриситетом относительно их продольных осей, при изменении углов параллелограмма заставляют лопасти поворачиваться вокруг их продольных осей. Таким образом, совокупностью существенных признаков (центральный оголовок с шарниром карданной передачи, кинематическая цепь управления поворотом лопастей), достигается устранение динамического дебаланса, постоянная ориентация длины лопастей перпендикулярно ветровому потоку и использование наклона оси вращения ветроколеса для управления углами атаки лопастей в связи с направлением их движения в потоке и силой ветра.

Мощность двигателя зависит от диаметра ветроколеса, количества, формы и размеров лопастей, высоты опоры и может варьироваться в широких пределах.

На фиг.1 схематически изображен ветродвигатель; на фиг.2 - схема управления поворотом лопасти (разрез 1 - 1 на фиг.1).

Ветродвигатель содержит центральную вертикальную опору 1 (например, башню), на которую оперт вертикальный вал 2 передачи

мощности. Вращающаяся часть ветродвигателя содержит горизонтальное ветроколесо 3 с прикрепленными к нему опорными углами 4 лопастей 5 и центральный оголовок 6, который соединен с валом 2 шарниром 7 карданной передачи и к которому ветроколесо 3 подвешено несущими тяжами 8.

Подсоединенные к валу 2 через муфту 9 механизмы (например, редуктор или электрогенератор) на чертеже не показаны.

Вертикальный вал 2 снабжен фланцем 10 для крепления тяг 11 управления лопастями 5, с которыми они соединены своими другими концами. Высота расположения фланца 10 на валу 2 и длины тяг 11 подобраны так, чтобы в вертикальной радиальной плоскости каждой лопасти 5 шарниры крепления тяг 11 к лопастям 5 и фланцу 10, оси 12 поворота лопастей 5 в вертикальных плоскостях и шарнир 7 карданной передачи образовали параллелограмм.

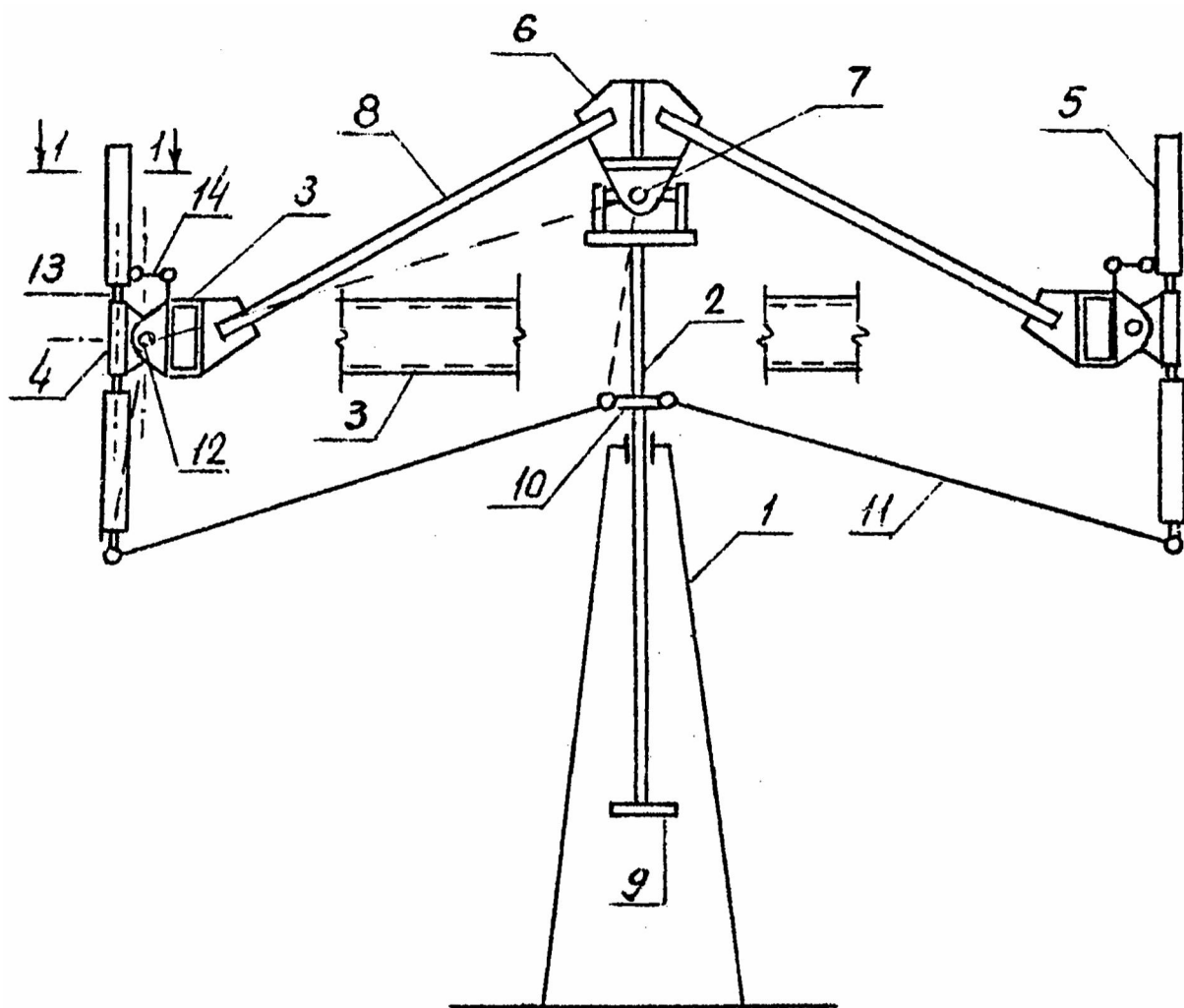
Опорные узлы 4 лопастей 5 прикреплены к ветроколесу 3 с возможностью поворота относительно горизонтальных тангенциальных по отношению к ветроколесу 3 осей 12, а лопасти 5 прикреплены к узлам 4 с возможностью поворота относительно своих продольных осей 13. Для управления поворотами лопастей 5 шарнирными стержнями 14 они соединены с ветроколесом 3. К лопастям 5 стержни 14 прикреплены с эксцентриситетом относительно осей 13.

Конструкция, состоящая из ветроколеса 3, тяжей 8 и оголовка 6 проектируется как геометрически неизменяемая система и так, чтобы ее центр тяжести был расположен ниже шарнира 7. Эта система вращается как твердое тело. В неподвижном состоянии оно находится в положении устойчивого равновесия. Небольшими усилиями его можно наклонять в все стороны и поворачивать относительно шарнира 1. При вращении без ветра ось вращения ветроколеса 3 сохраняет вертикальное положение. При вращении с ветровой нагрузкой ось вращения ветроколеса как твердого тела, шарнирно закрепленного в одной точке, наклоняется навстречу ветру до угла, при котором будут динамически уравновешены гравитационные, ветровые и центробежные силы, действующие на колесо 3. От ветроколеса 3 кинематической системе, состоящей из тяг 11, лопастей 5 и стержней 14 сообщаются перемещения, соответствующие направлению и силе ветра. Эти перемещения для лопастей будут равными - в зависимости от фазы движения лопасти по кругу.

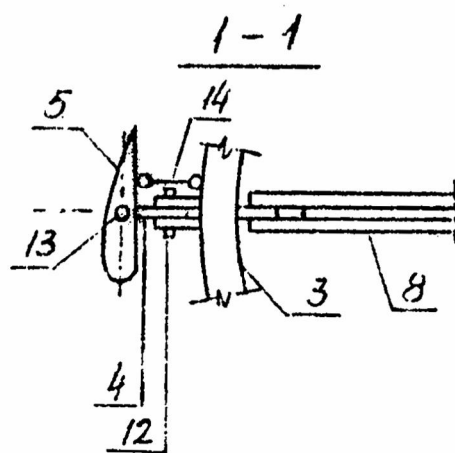
Благодаря параллелограмму, образованному шарнирами крепления управляющей тяги 11 к лопасти 5 и фланцу 10 с шарниром 7 карданной передачи и осью 12, лопасти 5 сохраняют вертикальное положение, длина лопастей 5 остается перпендикулярной горизонтальному ветровому потоку и на лопасть собирается наибольшая ветровая нагрузка. Шарнирные стержни 14 между несущими тяжами 8 и лопастями 5 при изменении углов параллелограмма заставляют лопасти 5 поворачиваться вокруг их продольных осей 13. Длина и расположение шарнирного стержня 14 подбираются так, чтобы в высшей точке круговой наклонной траектории опорного узла 4 поворот лопасти 5 относительно ее продольной оси 13 тоже был максимальным. При такой настройке на

ветренной стороне лопасть 5 получит наибольший угол атаки, на подветренной стороне - такой же угол с противоположным знаком, а ортогональные к указанным положениям лопасть будет проходить с наименьшим аэродинамическим сопротивлением. Это обеспечит передачу на вал 2 наибольшего полезного момента вращения.

Наклон оси вращения навстречу ветру полезен еще и тем, что лопасти с наветренной стороны оказываются ниже лопастей на подветренной стороне, и поэтому не затеняют их от ветра или затеняют меньше, что также повышает коэффициент использования энергии ветра.



Фиг. 1



Фиг. 2