

Данное изобретение относится к энергетике и представляет собой ветроэнергетическую установку, т.е. установку для преобразования энергии ветра в электрическую или иную энергию для использования в промышленности, в сельском хозяйстве и т.п.

Издавна известны ветроэнергетические установки, использующие кинетическую энергию воздушных потоков путем прямого силового воздействия ветра на лопасти ветроколеса или турбины [1].

Для повышения эффективности известных установок изменяют давление входного потока перед ветроколесом, применяя диффузоры и другие конструкции различной геометрической формы, направляющие воздушные потоки.

Установки, преобразующие кинетическую энергию воздушных потоков путем непосредственного воздействия на ветроколеса, роторы Дарье и другие, имеют существенный недостаток - на лопасти воздействует неравномерный воздушный поток, создающий переменные динамические нагрузки, что приводит к нестабильности параметров вырабатываемого электрического тока.

Значительные потери энергии связаны с применением мультипликаторов для повышения числа оборотов ротора генератора (1).

Для повышения эффективности ветроэнергетических установок предлагалось использовать двойное воздействие на турбину ускоренного потока и разрежения со стороны выходного канала (2).

Описанная в патенте (2) станция содержит турбину, электрогенератор, узел подвода воздушного потока к турбине, выполненный в виде конфузора, и узел отвода воздушного потока за турбиной, соединенный с зоной пониженного давления.

Воздухозаборные части станции образуют каналы, суживающиеся в средней части и выполненные с возможностью ввода внешних воздушных потоков с двух сторон. Разделитель распределяет вошедший в канал воздушный поток по двум каналам - впускному и выпускному. Один поток через впускное отверстие направляется с поворотом на 270° в камеру накопления, в которой установлены электрический генератор, мультипликатор и турбина. Выхлопной патрубок последней размещен в камере выпуска воздуха. Второй поток, ускоряясь в канале, создает разрежение в суживающейся части канала и обеспечивает выход потока из камеры выпуска через систему воздухопроводов с несколькими поворотами в выпускное отверстие.

В этой станции имеет место потеря энергии в потоке, поступающем в накопительную камеру и на турбину через выпускное отверстие вследствие нескольких поворотов потока, создающих неравномерные поля скоростей, давлений и температур в камере накопления. Кроме того, загромождение входного патрубка турби-

ны мультипликатором усиливает неравномерность потока по периметру входного патрубка турбины. Наличие мультипликатора также вызывает дополнительные механические потери.

Неравномерность потока в выпускной камере, поворот потока на 270° от выгодного патрубка турбины до выпускного отверстия не позволяют осуществить с высоким КПД преобразование энергии воздушных потоков. Практическое использование описанного устройства в стационарном варианте с установкой на фундаменте крайне ограничено в связи с невозможностью ориентации станции при изменении направления ветра.

Приведенный в описании к патенту [2] вариант станции, монтируемой на башне, также не обеспечивает самоориентацию ее по направлению к ветру.

Такая конструкция не предусматривает возможность использования энергии обтекающих установку воздушных потоков. Кроме того, каналы ввода и вывода потока в камеры расположены не по всему периметру канала, а либо сбоку, либо в центре установки. По этой причине невозможно использовать внутреннюю энергию потока и его энергию давления.

Более совершенной является ветроэнергетическая установка [3] (прототип), содержащая внешнюю оболочку, центральное тело, установленное на оси симметрии устройства, внутри которого размещен электрический генератор. На валу генератора смонтирована турбина, перед которой расположен конфузор. Кольцевые зазоры между центральным телом и обтекателем, внутренней поверхностью внешней оболочки и наружной поверхностью обтекателя и внутренней поверхностью внешней оболочки и поверхностью центрального тела обеспечивают возрастание скорости воздушного потока в минимальных сечениях каналов и позволяют увеличить его кинетическую энергию за счет уменьшения его внутренней энергии и энергии давления. Установка, по существу, имеет две ступени, которые обеспечивают увеличение скорости потока при соответствующем падении давления в минимальных сечениях воздушных каналов. Разгон потоков в минимальных сечениях осуществляется под воздействием энергии разрежения на донном срезе установки и за счет энергии поступающего в сопло воздушного потока (первая ступень) и под воздействием разрежения в выходном сечении выхлопного патрубка воздушной турбины и энергии поступающего во входное сопло турбины воздушного потока (вторая ступень).

Однако достижение стабильного режима работы этой установки возможно только при достаточно больших скоростях ветровых потоков.

В данном изобретении указанный недостаток в значительной степени устранен тем, что в ветроэнергетической установке в виде установ-

ленного на опоре энергоагрегата, содержащего, по крайней мере, одну турбину с сопловым аппаратом, механически связанную с одним или несколькими генераторами, центральную оболочку, кольцевую переднюю оболочку с, по крайней мере, одним входным каналом турбины, образующую с центральной оболочкой выходной канал турбины, а также кольцевую наружную оболочку, образующую с центральной оболочкой диффузорный выходной канал, энергоагрегат снабжен дополнительной кольцевой оболочкой, образующей с внешними поверхностями передней и центральной оболочек сужающе - расширяющийся первый промежуточный канал - расширенный в промежуточной части с выходным каналом турбины, а с внутренней поверхностью наружной оболочки - второй промежуточный канал, сообщенный вместе с первым промежуточным каналом с диффузорным выходным каналом, задняя кромка наружной оболочки совпадает с ее максимальным диаметром, входной канал и турбина расположены по центру передней оболочки, входные каналы и турбины расположены по поперечному периметру в передней оболочке, генератор снабжен обтекателем и расположен перед турбиной, генератор расположен за турбиной в центральной оболочке, турбина снабжена двумя или несколькими генераторами, выходная часть дополнительной оболочки выполнена с возможностью перемещения для изменения сечения смежных каналов, выходная часть передней оболочки выполнена с возможностью перемещения для изменения сечения смежных каналов, на задней кромке в меридиональной плоскости угол наклона касательной к внешней поверхности наружной оболочки составляет $90^\circ - 120^\circ$ относительно плоскости донного среза этой оболочки, опора выполнена в виде установленного на вершине колонны шарнира, ось вращения которого расположена по ветровому потоку перед центром ветрового давления энергоагрегата, по крайней мере, одна из оболочек заполнена газом, плотность которого меньше плотности окружающей атмосферы, опора выполнена в виде троса, закрепленного на носовой части передней оболочки, трос установлен горизонтально или наклонно и концы его закреплены на искусственных или естественных высотах, а на энергоагрегате укреплены крылья.

Изобретение поясняется чертежами.

На фиг. 1 представлен энергоагрегат ветроэнергетической установки.

На фиг. 2 показан вариант энергоагрегата с несколькими турбинами.

На фиг. 3 представлена аксонометрическая проекция энергоагрегата по фиг. 2.

На фиг. 4 изображено шарнирное крепление энергоагрегата на колонне.

На фиг. 5 показано крепление к тросу энергоагрегата в аэростатном исполнении.

На фиг. 6 дан вид энергоагрегата с крыльями.

На фиг. 7 иллюстрируется крепление энергоагрегата на горизонтальном или наклонном тросе.

Ветроэнергетическая установка выполнена в виде установленного на опоре энергоагрегата, содержащего, по крайней мере, одну турбину 1 с сопловым аппаратом 2. Вал турбины 1 механически связан с генератором 3.

Под термином "генератор" здесь следует понимать не только генератор электрического тока, но любое устройство для преобразования механической энергии в любой вид энергии, удобной для использования в конкретных обстоятельствах. Это может быть, например, насос в системе гидропривода, компрессор пневмопривода и т.п. Энергоагрегат содержит также центральную оболочку 4, кольцевую переднюю оболочку 5, по крайней мере, с одним входным каналом 6 турбины 1, образующей с центральной оболочкой 4 выходной канал 7 турбины 1, а также кольцевую наружную оболочку 8, образующую с центральной оболочкой 4 диффузорный выходной канал 9. Особенность энергоагрегата состоит в том, что он снабжен дополнительной кольцевой оболочкой 10, образующей с внешними поверхностями передней 5 и центральной 4 оболочек сужающе-расширяющийся первый промежуточный канал 11, сообщенный в промежуточной части с выходным каналом 7 турбины 3, а с внутренней поверхностью наружной оболочки 8 - второй промежуточный канал 12, сообщенный вместе с первым промежуточным каналом 11 с диффузорным выходным каналом 9. Задняя кромка 13 наружной оболочки 8 совпадает с ее максимальным диаметром. В одном из вариантов (см. фиг.1) входной канал 6 и турбина 1 расположены по центру передней оболочки 5. В другом варианте (см. фиг. 2) входные каналы 6 и турбина 1 расположены по поперечному периметру в передней оболочке 5. Генератор 3 может быть расположен за турбиной 1, а также перед ней. В последнем случае генератор 3 снабжен обтекателем 14. Во всех вариантах турбина может быть соединена с одним или несколькими генераторами, расположенными как перед турбиной, так и за ней.

Выходная часть 15 дополнительной оболочки 10 может быть выполнена с возможностью перемещения (т.е. повороты или осевого перемещения) для изменения сечения, смежных каналов 11 и 12, а выходная часть 16 передней оболочки 5 выполнена с возможностью перемещения для изменения сечения смежных каналов 7 и 11. Части 15 и 16 могут быть сконструированы регулируемые, т.е. с поворотными створками и проставками.

На задней кромке 13 в меридиональной плоскости угол α наклона касательной к внешней поверхности наружной оболочки 8 состав-

ляет $90-120^\circ$ относительно плоскости донного среза этой оболочки (см. фиг. 1).

Опора энергоагрегата может быть выполнена в виде установленного на вершине колонны 17 шарнира 18, например цилиндрического. Ось вращения шарнира расположена по ветровому потоку перед и в одной плоскости с центром ветрового давления P энергоагрегата. P является точкой приложения равнодействующей аэродинамических сил, действующих на энергоагрегат при обтекании его ветровым потоком. Такое выполнение обеспечивает разворот энергоагрегата на ветер при любом направлении последнего.

По крайней мере, одна из оболочек энергоагрегата может быть заполнена газом, плотность которого меньше плотности окружающей атмосферы (аэростатное выполнение). В этом случае опора энергоагрегата может быть выполнена в виде троса 19, один конец которого закреплен на земле, а другой - на носовой части передней оболочки 5 (см. фиг. 5). Трос 19 может быть установлен горизонтально или наклонно, и концы его закреплены на искусственных или естественных высотах (см. фиг. 7). Как показано на фиг. 6, на энергоагрегате могут быть укреплены крылья 20 для создания дополнительной подъемной силы при ветре.

Оболочки энергоагрегата соединены в единую конструкцию с помощью перемычек 21 и 22, как это показано на фиг. 3.

Ветроэнергетическая установка работает следующим образом.

Свободный воздушный поток, движущийся вдоль поверхности наружной оболочки 8 установки, за счет эжекции создает разрежение на донном срезе установки. Причем, зона эффективного влияния этого потока, участвующего в создании разрежения, составляет не менее одного диаметра донного среза установки, то есть в этом процессе участвует кольцевой воздушный поток, наибольший диаметр которого не менее трех диаметров донного среза установки. Энергию этого потока можно определить при помощи первого закона термодинамики или рассчитать по формуле для определения упругой энергии газа, или другими известными способами.

Поступающий во входное сечение канала 12 воздушный поток обладает определенным запасом энергии, рассчитываемой известными способами.

Под воздействием двух потоков энергии, со стороны входного канала и со стороны донного среза, воздушный поток в минимальном сечении канала 12 в зоне задней кромки 15 дополнительной оболочки 10 достигает максимальной скорости. То есть кинетическая энергия потока резко возрастает, и этот процесс связан с уменьшением энтальпии потока. Соответственно с ростом скорости происходит понижение давления в этом сечении, величину которого обозначим $P < 1$. Это давление будет существ-

венно ниже, чем давление P_0 в свободном потоке. Давление в выходном сечении канала 11 также будет равно P_1 . Следовательно, на воздушный канал 11 будут действовать также две энергии-одна со стороны выходного сечения канала 11, другая со стороны его входного сечения. Векторы воздействия этих энергий на поток совпадают. Взаимодействие этих энергий приведет к существенному возрастанию скорости в минимальном сечении канала 11 (в зоне задней кромки передней оболочки 5) и соответствующему понижению давления в этой зоне. Так, если условно принять, что давление в выходной части канала 12 составит $P_1 = 0,85...0,9 P_0$, то давление P_2 в зоне минимального сечения канала 11 составит $P_2 = 0,7...0,75 P_0$.

Давление в выходном сечении воздушного канала 6 также будет равно P_2 . В минимальном сечении канала 6 установлена воздушная турбина 1 с направляющим сопловым аппаратом 2, и в этом сечении (на турбине) скорость воздушного потока за счет взаимодействия энергии поступающего в канал 6 воздушного потока и разрежения в выходном сечении канала 6 достигнет максимальной величины - местной скорости звука или близкой к ней. Кинетическая энергия на турбине 1 представляет собой располагаемую работу, которая будет преобразована во вращение турбины 1 и связанных с ней электрических генераторов 3.

Процессы преобразования энергии в каналах установки идентичны процессам, происходящим в соплах Лавала, и минимальное давление потока в рабочей зоне турбины будет равно $P_3 = 0,528 P_0$ или несколько выше в зависимости от скорости свободного потока. Воздушные турбины работоспособны даже при незначительных перепадах давления, и установка будет работать при скоростях свободного воздушного потока $V_0 = 5...7$ м/с, но количество выработанной электроэнергии будет меньше.

Таким образом, в предлагаемой ветроэнергетической установке, в отличие от рассмотренных ранее аналогов (см. 2 и 3), появилась возможность использования энергии обтекающих установку ветровых потоков. А в отличие от прототипа (4) более эффективно реализуется ступенчатое преобразование энергии воздушных потоков, обусловленное одновременным взаимодействием на воздушные потоки в каналах как энергий поступающих в каналы потоков, так и энергий разрежения в их выходных сечениях.

Предлагаемые ветроэнергетические установки наиболее эффективно использовать в районах с повышенными скоростями ветра, например на островах, морском побережье, в горах и т.п.

Установки могут монтироваться в различных вариантах (фиг. 7) - на колоннах (башнях), подвешиваться гирляндами на тросах, закрепляться на каких-либо опорах (в горном ущелье).

В районах, где средние скорости ветра невелики, можно применять аэростатный вариант установки путем заполнения ее герметичных оболочек, например, гелием, или используя подогрев воздуха внутри оболочек, либо используя другие известные способы.

Существующий уровень развития электротехники позволяет применять в установке практически без каких-либо изменений серийно выпускаемые промышленностью высокооборотные электрические генераторы, также серийно выпускаются воздушные турбины в комплекте с сопловыми направляющими аппаратами, например, воздушные турбины энергетических установок самолетов и других летательных аппаратов, узлы турбодетандеров и пр. Целесообразно изготавливать турбогенераторные узлы в сборе, т.е. полной заводской готовности для сокращения затрат времени и средств на монтаж установок на месте их эксплуатации. Вес высокооборотного электрогенератора мощностью 1000кВт не превышает 700 кг, а общий вес турбогенераторного узла такой мощности будет составлять чуть больше одной тонны. Оболочки установок могут изготавливаться из различных материалов по давно отработанным технологиям в зависимости от мощности и типа установки, композитных материалов, проката алюминиевых сплавов, пластмасс и др. материалов. Оболочки могут быть сборными из сегментов, надувными и пр.

Источники информации

1. Ветроэнергетика. Под ред. Д. де Рензо. М. Энергоатомиздат, 1982 г. стр. 81-96.
2. Патент Японии 62-11190, F 03D 1/00, 1987.
3. Описание изобретения к заявке PCT/RU 00131, опубл. ВОИС 06.11.97 (прототип).

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ветроэнергетическая установка в виде установленного на опоре энергоагрегата, содержащего, по крайней мере, одну турбину с сопловым аппаратом, механически связанную с генератором, центральную оболочку, кольцевую переднюю оболочку, по крайней мере, с одним входным каналом турбины, образующую с центральной оболочкой выходной канал турбины, а также кольцевую наружную оболочку, образующую с центральной оболочкой диффузорный выходной канал, отличающаяся тем, что энергоагрегат снабжен дополнительной кольцевой оболочкой, образующей с внешними поверхностями передней и центральной оболочек сужающе-расширяющийся первый промежуточный канал, сообщенный в промежуточной части с выходным каналом турбины, а с внутренней поверхностью наружной оболочки - второй промежуточный канал, сообщенный вместе

с первым промежуточным каналом с диффузорным выходным каналом.

2. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что задняя кромка наружной оболочки совпадает с ее максимальным диаметром.

3. Ветроэнергетическая установка по п.1 или 2, отличающаяся тем, что входной канал и турбина расположены по центру передней оболочки.

4. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что входные каналы и турбины расположены по поперечному периметру в передней оболочке.

5. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что генератор снабжен обтекателем и расположен перед турбиной либо за турбиной в центральной оболочке.

6. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что турбина снабжена двумя или более генераторами и они расположены как перед турбиной, так и за ней.

7. Ветроэнергетическая установка по любому из пп.1-6, отличающаяся тем, что выходная часть дополнительной оболочки выполнена с возможностью перемещения для изменения сечения смежных каналов.

8. Ветроэнергетическая установка по любому из пп.1-7, отличающаяся тем, что выходная часть передней оболочки выполнена с возможностью перемещения для изменения сечения смежных каналов.

9. Ветроэнергетическая установка по любому из пп.1-8, отличающаяся тем, что на задней кромке в меридиональной плоскости угол наклона касательной к внешней поверхности наружной оболочки составляет 90 - 120° относительно плоскости донного среза этой оболочки.

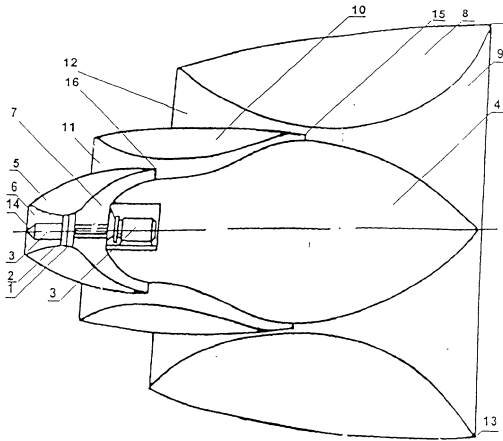
10. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что опора выполнена в виде установленного на вершине колонны шарнира, ось вращения которого расположена по ветровому потоку перед центром ветрового давления энергоагрегата.

11. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что, по крайней мере, одна из оболочек заполнена газом, плотность которого меньше плотности атмосферы.

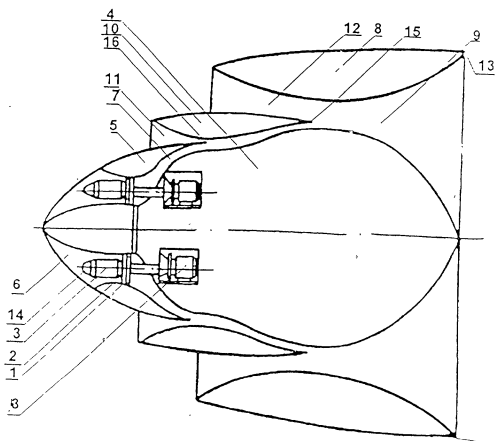
12. Ветроэнергетическая установка по п.1, отличающаяся тем, что опора выполнена в виде троса, закрепленного на носовой части передней оболочки.

13. Ветроэнергетическая установка по п.12, отличающаяся тем, что трос установлен горизонтально или наклонно, а концы его закреплены на искусственных или естественных высотах.

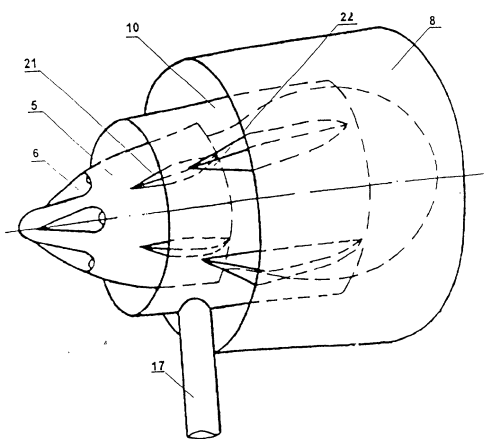
14. Ветроэнергетическая установка по любому из п.1-13, отличающаяся тем, что на энергоагрегате укреплены крылья.



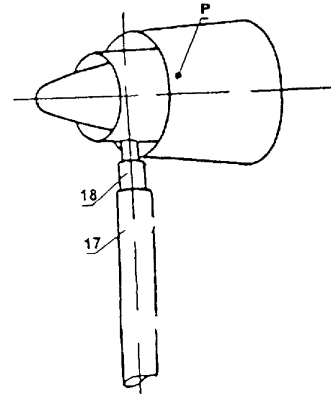
Фиг. 1



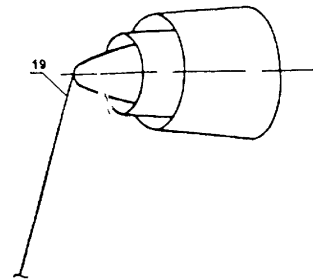
Фиг. 2



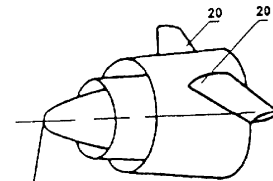
Фиг. 3



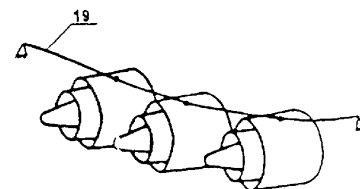
Фиг. 4



Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7

