

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **016423**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2012.04.30

(21) Номер заявки
200970920

(22) Дата подачи заявки
2008.04.03

(51) Int. Cl. **F03D 1/02** (2006.01)
F03D 1/04 (2006.01)
F03D 1/06 (2006.01)

(54) **ВЕТРЯНОЕ КОЛЕСО**

(31) **A 538/2007**

(32) **2007.04.05**

(33) **AT**

(43) **2010.04.30**

(86) **PCT/AT2008/000121**

(87) **WO 2008/122064 2008.10.16**

(71)(72)(73) Заявитель, изобретатель и патентовладелец:
ОЛЬШНЕГГЕР ХЕРМАНН (AT)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(56) **US-A-4863350**
US-A-4936750
EP-A-0016602
US-A1-2003/223858
US-A-4147472
US-A-4289450
RU-C1-2002105
RU-C2-2285146
SU-A1-1249192

(57) У ветряного колеса (1) для малооборотной ветросиловой установки с несколькими лопастями (2) ротора, предназначенной для применения при слабых и порывистых ветрах, предлагается, чтобы ветряное колесо (1) для ускорения воздуха в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса (1), имело по меньшей мере одно дополнительное ускорительное кольцо (3), которое разделяет лопасти (2) ротора.

B1

016423

016423

B1

Изобретение касается ветряного колеса для малооборотной ветросиловой установки с несколькими лопастями ротора согласно ограничительной части п.1 формулы изобретения.

Ветросиловые установки с несколькими лопастями ротора известны и находят все более частое применение в альтернативном и экологичном производстве энергии. Причем широко распространены ветряные колеса с тремя лопастями ротора, которые представляют собой ветросиловые установки, предназначенные для области большой энергии ветра, и имеют номинальную мощность до 6 МВт на одну ветросиловую установку. Причем высота такого рода ветросиловой установки обычно намного превосходит 100 м и во время работы из-за высокой окружной скорости лопастей ротора, составляющей до 300 км/ч на концах, возникают высокие производственные шумы. Так называемый коэффициент быстроходности, который представляет собой отношение скорости на конце лопасти к скорости ветра, у этих установок чаще всего находится в диапазоне от шести до восьми. Такого рода ветросиловые установки дороги в изготовлении и поэтому для многих областей применения они могут быть нерентабельными и из-за размера и создаваемого ими шума могут устанавливаться только на предписанном расстоянии от определенных мест, в частности от населенных районов. Например, в US 4863350 А представлено ветряное колесо с тремя лопастями ротора и с одним ускорительным кольцом.

Для эксплуатации в области номинальных мощностей от 50 до 500 кВт ветросиловые установки часто находят применение в области малой энергии ветра. Эти ветросиловые установки могут обычно иметь несколько, в частности более трех, лопастей ротора, так как завихрения воздуха в области лопасти ротора только незначительно влияют на ближайшую расположенную рядом лопасть ротора. Благодаря большому количеству лопастей ротора ветряное колесо даже при малой угловой скорости, т.е. при малом количестве оборотов в единицу времени, может эффективно использовать силу ветра. При этом коэффициент быстроходности в рабочем режиме всегда остается равным не более пяти. Малооборотный режим работы и небольшой диаметр ветряного колеса этих ветросиловых установок позволяют избежать многих недостатков ветросиловых установок с большой энергией ветра, благодаря чему такие установки с малой энергией ветра становятся все более предпочтительными во многих областях применения и во многих местах установки. При этом ветросиловая установка для малой энергии ветра имеет меньшую конструктивную высоту, например менее 50 м, чем ветросиловая установка для большой энергии ветра.

Недостаток применявшихся до сих пор ветросиловых установок заключается, однако, в том, что при малых скоростях ветра ветряное колесо движется нестабильно и поэтому не может осуществляться отдача мощности. При этом часто сильно сказывается воздействие порывистого ветра, усиливающегося, прежде всего, вблизи земли. В частности, большие колебания мощности происходят при кратковременной остановке ветряного колеса, из-за чего часто при слабом и умеренном ветре наступающие периоды безветрия оказывают особенно сильное влияние на загруженность электросети, поэтому их применение в этих условиях часто является нецелесообразным.

Поэтому задачей изобретения является предложить ветряное колесо для малооборотной ветросиловой установки, с помощью которого можно избежать указанных недостатков и которое может применяться целесообразно и эффективно при слабых и умеренных порывистых ветрах.

В соответствии с изобретением это достигается в ветряном колесе с несколькими лопастями ротора, ступицей, причем ветряное колесо для ускорения воздуха в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса, имеет по меньшей мере одно соединяющее концы лопастей ротора ускорительное кольцо ветряного колеса, причем ускорительное кольцо включает в себя по меньшей мере один первый направляющий элемент и один второй направляющий элемент, при этом первый направляющий элемент и второй направляющий элемент находятся на расстоянии друг от друга и образуют воздушный проход в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса, причем ускорительное кольцо в качестве наружного ускорительного кольца расположено, по существу, на наружном краю ветряного колеса, за счет того, что ветряное колесо снабжено по меньшей мере одним дополнительным ускорительным кольцом, которое разделяет лопасти ротора.

С помощью ускорительного кольца можно поспособствовать эксплуатации ветросиловой установки при слабых ветрах. Благодаря ускоряющему действию воздушного потока можно привести ветряное колесо во вращение уже при очень малых скоростях ветра, вследствие чего даже слабые ветра могут использоваться для выработки энергии. Это делает возможным, прежде всего, применение в местах с умеренными среднегодовыми скоростями ветра и вместе с тем в местах со средними скоростями воздушного потока и в области малой энергии ветра (в малой ветроэнергетике). Благодаря этому можно, в частности, за счет увеличения времени эксплуатации добиться улучшения коэффициента полезного действия.

При этом, прежде всего, вблизи земли, где воздушный поток из-за усиленной порывистости также часто полностью останавливается, важно, чтобы ветряное колесо продолжало вращаться при малом воздушном потоке и не останавливалось полностью. При этом благодаря ускорительному кольцу можно отказаться от электронных вспомогательных устройств, которые предотвращают или задерживают полную остановку ветряного колеса. Благодаря этому конструкция может быть еще более упрощена и затраты на изготовление ветросиловой установки могут быть еще более снижены.

Уже при малых скоростях ветра возможна передача высокого усилия на ступицу. При этом в соответствии с зависимостью мощность равна моменту вращения, умноженному на скорость ветра, уже при

малых скоростях ветра на ступицу ветряного колеса передается высокая мощность. Тем самым обеспечивается особенно эффективная и продолжительная эксплуатация ветросилового устройства.

При этом ускорительное кольцо для ускорения воздуха вызывает ускорение воздуха, проходящего через ускорительное кольцо. Это ускорение происходит в направлении, перпендикулярном к плоскости ветряного колеса. По меньшей мере, частичное в плоскости проекции ветряного колеса ускорение ветра может снизить влияние порывов ветра. Благодаря этому при порывистом ветре может быть обеспечено большее постоянство отдаваемой мощности. При этом также уменьшается нагрузка на электросеть, тем самым становится целесообразным применение ветросилового устройства уже при воздушных потоках с небольшой силой ветра.

Зависимые пункты, которые так же, как и п.1, являются одновременно частью описания, касаются других предпочтительных вариантов осуществления изобретения.

При этом ускорительное кольцо 3 может заменять корпус ветряного колеса, благодаря чему может быть уменьшено до минимума сопротивление воздуха ветряного колеса и увеличена до максимума эффективность.

Рабочее давление лопастей ротора в ветряном колесе может быть смещено радиально наружу, т.е. в направлении концов лопастей ротора. Тем самым при постоянном ветре может быть увеличена работа и вместе с тем мощность. Это является, прежде всего, при слабых ветрах, особым преимуществом, благодаря которому может быть улучшено использование ветров в области малой ветроэнергетики.

Благодаря ускорению воздушного потока в ускорительных кольцах позади лопастей ротора возникает пониженное давление, которое далее будет называться вакуумом (разрежением). Вакуум может, в частности, оказывать положительное влияние на пуск ветряного колеса даже при малых скоростях ветра и вместе с тем на коэффициент полезного действия ветряного колеса.

Благодаря окружному ускорительному кольцу может быть также повышена стабильность ветряного колеса. Тем самым становится возможной надежная эксплуатация ветросилового устройства даже при более высоких скоростях ветра и значительно расширяется область применения ветросиловых установок. Таким образом, может быть увеличено годовое рабочее время и коэффициент полезного действия ветросилового устройства, экстраполированный на год.

Изобретение поясняется более подробно со ссылкой на прилагаемые чертежи, на которых представлены для примера предпочтительные варианты его осуществления:

фиг. 1 - ветряное колесо первого варианта осуществления на виде спереди в схематичном изображении;

фиг. 2 - лопасть ротора и два изображенных в сечении фиг. 1 вдоль линии А-А ускорительных кольца в схематичном изображении;

фиг. 3 - лопасть ротора и два ускорительных кольца второго варианта осуществления, который показан в схематичном изображении аналогично фиг. 2;

фиг. 4 - показанная в сечении, перпендикулярном к продольному направлению лопасти ротора вдоль линии В-В фиг. 1, лопасть ротора с первым обтекаемым корпусом и вторым обтекаемым корпусом;

фиг. 5 - ветряная электростанция, включающая в себя соответствующее изобретению ветряное колесо третьего варианта осуществления, в схематичном представлении.

На фиг. 1-5 показаны варианты осуществления ветряного колеса 1 для малооборотной ветросилового устройства 5 с несколькими лопастями 2 ротора, при этом ветряное колесо 1 имеет по меньшей мере одно соединяющее лопасти 2 ротора ускорительное кольцо 3 ветряного колеса 1 для ускорения воздуха в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса 1.

Ветряное колесо 1, которое также можно назвать ротором или воздушным винтом, соединено посредством ступицы 15 с генератором ветросилового устройства 5 и установлено с возможностью вращения вокруг центральной оси 14. Ветросиловая установка 5 может быть также названа ветряной энергетической установкой, ветряной или ветроэнергетической электростанцией.

Ветряное колесо 1 имеет несколько, в частности четыре или более, лопастей 2 ротора. Благодаря этому уже при низком числе оборотов, которое может быть измерено в оборотах ветряного колеса в минуту, возможен отбор энергии у воздушного потока.

В ветряном колесе предусмотрено по меньшей мере одно ускорительное кольцо 3. Это ускорительное кольцо 3, которое располагается по всей окружности ротора и дистанцировано, по существу, на одинаковое расстояние от центральной ступицы 15 в радиальном направлении, вызывает дополнительное ускорение в направлении 11 прохождения потока движущихся через ускорительное кольцо 3 воздушных масс параллельно центральной оси 14 ветряного колеса 1, при этом под ускорением следует понимать увеличение скорости. Благодаря этому ветряное колесо может быть приведено во вращение уже при низких скоростях ветра, благодаря чему уже слабые ветра могут использоваться для выработки энергии. Лопасти 2 ротора могут быть также названы лопастями ветряного колеса и/или лопастями пропеллера. При этом часто бывает возможно существенное увеличение срока эксплуатации, благодаря чему повышается полученная отдача мощности. В частности, может быть достигнута высокая надежность необходимой выработки энергии.

Чаще всего ветряное колесо 1 расположено с наветренной стороны относительно башни 51. При этом с помощью ускорительного кольца 3 энергия давления преобразуется в кинетическую энергию, причем, если смотреть в направлении центральной оси 14, позади ускорительного кольца 3 создается пониженное давление. Таким образом, в направлении центральной оси 14 возникает разрежение позади ускорительного кольца 3 и позади лопастей 2 ротора. Разрежение обеспечивает хороший рабочий режим и высокую эффективность, в частности, даже при малых скоростях ветра.

Предпочтительным образом можно предусмотреть, чтобы ускорительное кольцо 3 включало в себя по меньшей мере один первый направляющий элемент 31 и один второй направляющий элемент 32, при этом первый направляющий элемент 31 и второй направляющий элемент 32, если смотреть в радиальном направлении 12 ветряного колеса 1, находятся на расстоянии друг от друга и образуют воздушный проход 34 в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса 1.

На фиг. 1 показано ветряное колесо 1 первого варианта осуществления на виде спереди в схематичном изображении. Представлены ступица 15, двенадцать лопастей 2 ротора, два ускорительных кольца 3, по шесть распорок 37 на каждое ускорительное кольцо 3, несколько воздушных проходов 34 ускорительных колец 3, первые направляющие элементы 31, вторые направляющие элементы 32, третьи направляющие элементы 33, обращенные от центра и от ступицы ветряного колеса 1 радиальное направление 12, а также наружный край 13 ветряного колеса 1. С помощью третьих направляющих элементов 33 может обеспечиваться сглаживающее действие потока позади ветряного колеса 1.

Поперечное сечение воздушного прохода 34, если смотреть в не показанном на фиг. 1 направлении 11 прохождения потока перпендикулярно плоскости ветряного колеса 1, может иметь область, сужающую воздушный проход 34. Тем самым особенно эффективно обеспечивается ускорение проходящих через ускорительное кольцо 3 воздушных масс и действие разрежения в области, следующей, если смотреть в направлении 11 прохождения потока, за ускорительным кольцом 3 и за лопастями 2 ротора. Благодаря этому уже при низкой скорости ветра или низкой скорости воздушного потока может быть обеспечено вращение ветряного колеса 1. Благодаря расширению целевой области применения ветряного колеса 1, прежде всего, в отношении диапазона силы ветра или скоростей ветра, с помощью простых и недорогостоящих средств может быть повышен средний коэффициент полезного действия и годовая выработка. Прежде всего, таким образом можно обеспечить возможность эксплуатации уже при скоростях ветра, равных, например, приблизительно 2,5 м/с, предпочтительным образом 2 м/с, в частности 1,5 м/с.

Также можно предусмотреть, чтобы поперечное сечение первого направляющего элемента 31 и/или поперечное сечение второго направляющего элемента 32 имело, по существу, обтекаемую форму, и таким образом уменьшалось сопротивление воздуха, и еще больше увеличивалась эффективность ускорительного кольца 3. Также третий направляющий элемент 33 и/или распорка 37 может иметь обтекаемую форму, благодаря чему сопротивление воздуха может быть еще больше уменьшено. Тем самым сопротивление воздуха этих направляющих элементов 31, 32, 33 уменьшается, а коэффициент полезного действия увеличивается.

На фиг. 1 в радиальном направлении выполнены двенадцать расположенных рядом лопастей 2 ротора, каждая из которых находится под углом 30° к ближайшей соседней лопасти 2 ротора. Лопасти 2 ротора могут быть идентичными согласно одному из вариантов осуществления, или, в частности, при четном количестве лопастей 2 ротора иметь два или более различных вариантов. Различные варианты осуществления лопастей 2 ротора могут при этом, в частности, попеременно чередоваться по окружности ветряного колеса 1. При этом попеременно могут выполняться оптимизированные для работы при низких скоростях ветра лопасти 2 ротора. Тем самым можно обеспечить отдачу мощности ветряного колеса 1 и ветряной электростанции 5 в большом диапазоне ветров. Это может быть особенно выгодно для электросетей, которые чувствительно реагируют на колебания мощности. Отдача электроэнергии может быть тем самым улучшена и, прежде всего, предопределена в большом диапазоне скоростей ветра, благодаря чему обеспечивается высокая процентная доля энергии ветра в подключенной к ветросиловой установке 5 электросети. Благодаря этому могут быть открыты и другие возможности применения соответствующей изобретению ветросиловой установки.

На фиг. 2 представлены два ускорительных кольца 3. Одно из них, если смотреть в радиальном направлении, выполнено ближе к ступице 15, чем к наружному краю 13. Второе из этих двух ускорительных колец 3 выполнено в качестве наружного края 13 ветряного колеса 1. Это предпочтительное расположение двух ускорительных колец 3 может влиять на рабочую точку воздушного потока вдоль лопастей 2 ротора. Благодаря этому рабочая точка, которой в этом контексте называется расположенная на лопасти 2 ротора точка наибольшего взаимодействия проходящего в направлении 11 прохождения потока воздушного потока и лопасти 2 ротора, сдвигается в радиальном направлении 12 в направлении наружного края 13 ветряного колеса 1. Благодаря этому увеличивается передаваемый генератору момент, и при постоянном числе оборотов ветряного колеса 1 может быть повышена мощность, или при постоянной мощности может быть уменьшено число оборотов ветряного колеса 1. При уменьшении числа оборотов можно снизить шум, создаваемый лопастями 2 ротора, ветряным колесом 1 и ветросиловой установкой 5, что создаст благоприятные условия и/или сделает возможным эксплуатацию вблизи населенных районов и/или районов отдыха.

В других вариантах осуществления ветряного колеса 1 могут быть также предусмотрены только одно ускорительное кольцо 3 или большее количество ускорительных колец 3. При наличии только одного ускорительного кольца 3 оно располагается, предпочтительным образом, на наружном конце лопастей 2 ротора.

Первый направляющий элемент 31 и второй направляющий элемент 32 могут быть соединены друг с другом с помощью по меньшей мере одной распорки 37. Расположение и количество изображенных на фиг. 1 распорок 37 выбрано предпочтительным образом. С одной стороны, должно иметься по возможности меньшее количество распорок 37, чтобы уменьшать сопротивление воздуха. С другой стороны, эти распорки 37 должны обеспечивать наибольшую возможную жесткость ветряного колеса 1. Для этого количество распорок 37 может точно равняться половине количества лопастей 2 ротора и, предпочтительным образом, может быть предусмотрено, чтобы поперечное сечение по меньшей мере одной распорки 37 имело обтекаемую форму. Отдельные распорки 37 могут быть расположены на одинаковом расстоянии от двух соседних лопастей 2 ротора. Таким образом, все распорки 37 ускорительного кольца 3 будут находиться на одинаковом расстоянии от каждой из двух соседних лопастей 2 ротора, благодаря чему предотвращаются пики напряжений в ветряном колесе 1 и можно сделать оптимальный расчет ветряного колеса для всего заданного диапазона применения. Благодаря высокой жесткости ветряного колеса 1 диапазон применения, т.е. тот диапазон ветров, в котором может эксплуатироваться ветросиловая установка 5 и происходить отдача мощности в электросеть, может быть также расширен в сторону высоких скоростей ветра, например 12 м/с, предпочтительным образом 15 м/с, в частности 18 м/с.

Путем комбинирования нескольких описанных выше отличительных особенностей диапазон применения может быть расширен как в сторону низких скоростей ветра, так и в сторону высоких скоростей ветра, благодаря чему становится возможной эксплуатация при скоростях ветра, равных, например, от 2,5 до 12 м/с, предпочтительным образом от 2 до 15 м/с, в частности от 1,5 до 18 м/с.

На фиг. 2 показан вид сверху ступицы 15, полностью одна из двух лопастей 2 ротора и два представленных в разрезе ускорительных кольца ветряного колеса 1 в схематичном изображении. Ступица 15 расположена вдоль центральной оси 14. Центральная ось 14 представляет собой центр вращения ветряного колеса 1. Лопасти 2 ротора соединены со ступицей 15 и проходят от нее в радиальном направлении наружу в форме звезды.

Представленная на фиг. 2 лопасть 2 ротора прерывается на заданном расстоянии от одного из двух ускорительных колец 3. При этом может быть предусмотрено, чтобы, если смотреть в радиальном направлении 12 ветряного колеса 1, лопасти 2 ротора были расположены с двух сторон ускорительного кольца 3. Это ускорительное кольцо 3, которое расположено внутри ветряного колеса 1 и поэтому может быть также названо внутренним ускорительным кольцом 3, включает в себя первый направляющий элемент 31, второй направляющий элемент 32 и третий направляющий элемент 33, при этом направляющие элементы 31, 32, 33 имеют обтекаемую форму. Обтекаемую форму имеет также и распорка 37, показанная также в разрезе. Сопротивление воздуха при этом мало, а эффективность ускорительного кольца высока.

Ускорительное кольцо 3 имеет при этом сужающуюся область между первым направляющим элементом 31 и вторым направляющим элементом 32. При этом поперечное сечение в свету ускорительного кольца 3 в области 35, расположенной с наветренной стороны, т.е. если смотреть в направлении от воображаемой середины лопасти 2 ротора к ветру и одновременно против направления ветра, больше, чем поперечное сечение в свету в области 36, расположенной с подветренной стороны, т.е. если смотреть в направлении от воображаемой середины лопасти 2 ротора в направлении ветра. В таком предпочтительном варианте осуществления третий направляющий элемент 33 расположен в подветренной области 36. Форма этого третьего направляющего элемента 33 соответствует форме первого направляющего элемента 31 и второго направляющего элемента 32. Дополнительно выполненный в этой области третий направляющий элемент делит воздушный поток в ускорительном кольце 3 на два отдельных воздушных потока. В каждом из этих отдельных воздушных потоков может, в свою очередь, если смотреть в направлении 11 потока перпендикулярно плоскости ветряного колеса 1, происходить прохождение потока через сужающуюся область. Воздух, проходящий через ускорительное кольцо 3, при этом ускоряется, и обеспечивается высокая эффективность ускорительного кольца 3. Прежде всего возможно ускорение воздушного потока при малых скоростях ветра, благодаря чему обеспечивается вращение ветряного колеса 1 и отдача мощности даже при низких скоростях ветра, и, в частности, в этом диапазоне ветров может быть обеспечена эффективность ветросиловой установки 5.

При этом поперечное сечение третьего направляющего элемента 33 может иметь обтекаемую форму, благодаря чему сопротивление воздуха ускорительного кольца 3 может оставаться небольшим и удастся избежать турбулентных состояний потока.

При необходимости у разделенных третьим направляющим элементом отдельных воздушных потоков могут достигаться различные скорости на выходе. Благодаря этому может быть достигнуто особенно хорошее сглаживание (выравнивание) пока позади ветряного колеса 1.

Предпочтительным образом можно предусмотреть, чтобы третий направляющий элемент 33 обеспечивал изменение направления потока в радиальном направлении 12. Тем самым может быть смещена

рабочая точка, в частности центр давления площади ветровой нагрузки. Таким образом, с помощью простых средств можно удерживать постоянной отдачу мощности в данном диапазоне скоростей ветра и/или найти оптимальную рабочую точку для каждой из этих скоростей. Высокая эффективность ветросилового устройства может быть при этом обеспечена в широком диапазоне силы ветра, т.е. в широком диапазоне скоростей ветра.

Предпочтительным образом можно предусмотреть, чтобы ускорительное кольцо 3 располагалось, по существу, на наружном крае 13 ветряного колеса 1. Так как ускорительное кольцо 3 при такой компоновке располагается на наружном крае 13 ветряного колеса, то его можно также назвать наружным ускорительным кольцом. Особенно предпочтительным образом можно предусмотреть наружное ускорительное кольцо 3 дополнительно к прерывающему лопасти 2 ротора внутреннему ускорительному кольцу 3. У большого ветряного колеса 1 может быть также предусмотрено несколько внутренних ускорительных колец 3. Максимальное целесообразное количество внутренних ускорительных колец 3 рассчитывается при этом по площади поперечного сечения в направлении 11 прохождения потока ветряного колеса 1, причем отношение площади поперечного сечения ветряного колеса 1 и суммы площадей поперечных сечений ускорительных колец 3 должно быть не меньше чем два к одному, т.е. оно должно составлять, например, три или более к одному.

При таком предпочтительном расположении ускорительного кольца 3 в области наружного края 3 ветряного колеса 1 можно предусмотреть, чтобы ускорительное кольцо 3 на своем, если смотреть в радиальном направлении 12 ветряного колеса 1, наружном конце имело диффузор 38. Таким образом, предотвращаются снижающие коэффициент полезного действия турбулентности.

В одном из особенно предпочтительных вариантов осуществления изобретения можно предусмотреть, чтобы поперечное сечение лопастей 2 ротора, по меньшей мере, в отдельных областях состояло из двух частей и включало в себя первое обтекаемое тело 21 и по меньшей мере одно находящееся на расстоянии от первого обтекаемого тела 21 второе обтекаемое тело 22, при этом, если смотреть в направлении 11 прохождения потока, второе обтекаемое тело 22 располагалось последовательно за первым обтекаемым телом 21. Благодаря этому можно даже при особенно малых скоростях прохождения воздушного потока получить эффект противодавления на лопастях 2 ротора и вращение ветряного колеса 1 может происходить уже при очень низких скоростях ветра. Прежде всего, благодаря этому может быть повышен коэффициент полезного действия при малых скоростях ветра и уже при малых скоростях ветра может быть достигнута номинальная мощность ветросилового устройства 5. Тем самым среднегодовая номинальная мощность может отдаваться в течение особенно большого периода времени, благодаря чему в течение этого периода времени заданная мощность может отдаваться в электросеть с малой амплитудой колебаний.

Первое обтекаемое тело 21 и/или второе обтекаемое тело 22 может быть прикреплено на одном конце к ступице 15 и на другом конце, противоположном первому концу, к ускорительному кольцу 3. Благодаря этому становится возможным особенно простой монтаж, а также берегающее средства и оптимизированное по поперечному сечению наружной поверхности исполнение первого и/или второго обтекаемого тела 21, 22. Вследствие монтажа на двух концах продольного направления первого и/или второго обтекаемого тела 21, 22 нагрузки, возникающие в этих точках монтажа, могут оставаться небольшими, благодаря чему нагрузка на конструктивные элементы в области этих точек монтажа мала, и может быть обеспечен долгий срок службы и минимальные затраты на техническое обслуживание этих конструктивных элементов.

В этой связи можно предусмотреть, чтобы поперечное сечение первого обтекаемого тела 21 имело обтекаемую форму, и/или чтобы поперечное сечение второго обтекаемого тела 22 имело обтекаемую форму.

Направляющие элементы 31, 32 могут выступать за лопасти 2 ротора, благодаря чему может эффективно предотвращаться турбулентность в области, расположенной непосредственно позади лопастей 2 ротора.

Если ускорительное кольцо 3 расположено на наружном конце ветряного колеса 1, то путем асимметричного исполнения, при котором наружный направляющий элемент 32 выдается вперед на наветренной стороне, можно добиться того, чтобы ветер, приходящий на ветряное колесо 1, не перенаправлялся наружу за ветряное колесо 1.

На фиг. 3 представлен вариант осуществления без третьего направляющего элемента 33. При этом благодаря сужающейся области достигается ускорение воздушного потока.

На фиг. 4 представлена соответствующая изобретению лопасть 2 ротора с первым обтекаемым телом 21 и вторым обтекаемым телом 22 в разрезе, при этом первое обтекаемое тело 21 и второе обтекаемое тело 22 имеют обтекаемую форму. Между двумя обтекаемыми телами 21, 22 предусмотрена область 34 прохождения потока. Благодаря такой компоновке двух обтекаемых тел 21, 22 уже при малых скоростях ветра создается большое противодавление, которое может привести во вращение ветряное колесо 1. Ветряное колесо 1 может уже при малых скоростях ветра работать с высоким энергетическим КПД, и ветросиловая установка 5 может уже малую энергию ветра преобразовывать в электрическую мощность.

В этой связи можно предусмотреть, чтобы первое обтекаемое тело 21 было неподвижно установле-

но в ветряном колесе 1 и чтобы второе обтекаемое тело 22 было установлено с возможностью движения вокруг, по существу, радиальной оси ветряного колеса 1. Благодаря этому может быть обеспечена отдача мощности ветросиловой установки 5 в большом диапазоне силы ветра, например в диапазоне скоростей ветра от 1 до 18 м/с.

В предпочтительном усовершенствованном варианте осуществления изобретения можно предусмотреть, чтобы, если смотреть в направлении 11 прохождения потока, длина второго обтекаемого тела 22 составляла примерно от 10 до 50%, предпочтительным образом примерно от 12 до 30%, в частности примерно от 15 до 25% длины первого обтекаемого корпуса 21. Благодаря этому достигается взаимное согласование площадей наружных поверхностей двух обтекаемых тел 21, 22, благодаря чему можно задавать оптимальный диапазон сил ветра и обеспечивать оптимальный коэффициент полезного действия в большом диапазоне силы ветра.

Кроме того, возможна эксплуатация ветросиловой установки 5 в диапазоне минимальной энергии ветра, т.е. при скоростях ветра от 1,5 до 6 м/с, предпочтительным образом от 2 до 6 м/с, в частности от 2,5 до 6 м/с. В этом случае лопасти 2 ротора предпочтительным образом по всему их продольному направлению от ступицы 15 до наружного края 13, в частности, до ускорительного кольца 3 в области наружного края 12, могут иметь поперечное сечение, состоящее из двух или более частей. При этом поперечное сечение, по меньшей мере, в отдельных областях может состоять, по меньшей мере, из трех или четырех частей. Благодаря этому может быть получена эффективная мощность, прежде всего, в диапазоне малых скоростей ветра. При таких скоростях ветра сопротивление воздуха, увеличивающееся с количеством находящихся на расстоянии друг от друга поперечных сечений лопасти 2 ротора, может дополнительно способствовать выработке энергии.

Однако при таком варианте осуществления, в частности, из-за большего сопротивления воздуха, эффективность при высоких скоростях ветра снизилась бы. Возможный диапазон скоростей ветра для применения такого варианта осуществления геометрии лопасти ротора мог бы находиться в пределах от 1,5 до 6 м/с. Особенно предпочтительными в этой связи являются ветряные колеса 1 с большим количеством лопастей 2 ротора, например 12.

На фиг. 5 показана ветросиловая установка 5, включающая в себя другой вариант осуществления предлагаемого изобретением ветряного колеса 1. В этом примере семь лопастей 2 ротора расположены в области между ступицей 15 и внутренним ускорительным кольцом 3. Между внутренним ускорительным кольцом 3, которое имеет диаметр, равный примерно 60% диаметра ветряного колеса 1, и наружным ускорительным кольцом 3, диаметр которого примерно равен диаметру ветряного колеса 1, предусмотрено двойное количество лопастей 2 ротора, в этом случае 14. Тем самым осуществляется экономия материала и уменьшение веса ветряного колеса 1. Сопротивление воздуха в направлении 11 прохождения потока может быть сокращено до минимума в области ступицы 14 и в области, расположенной вокруг ступицы 15.

В этом предпочтительном варианте осуществления может быть также предусмотрен диффузор 38, по меньшей мере, в области одного из двух ускорительных колец 3.

Несколько ускорительных колец 3, входящих в соответствующее изобретению ветряное колесо 1, предпочтительным образом - в радиальном направлении 12 - могут иметь постоянную и/или идентичную ширину. Тем самым становится возможной оптимальная адаптация геометрии ускорительного кольца 3 к средней скорости ветра, в частности, на месте установки ветросиловой установки 5.

Также можно предусмотреть, чтобы несколько ускорительных колец 3 имели соответственно одинаковое поперечное сечение, если смотреть в направлении 11 прохождения потока. Таким образом может быть обеспечен постоянный эффект ускорения ускорительных колец 3 в большом диапазоне скоростей ветра. Благодаря этому можно, прежде всего, сократить происходящие из-за порывов ветра колебания мощности, благодаря чему становится возможной отдача мощности ветросиловой установки 5 в большом диапазоне скоростей ветра. Ускорительные кольца 3 повышают жесткость ветряного колеса 1, благодаря чему становится возможным простое и экономичное изготовление лопастей 2 ротора, позволяющее достичь оптимальных условий геометрии наружной поверхности.

Предпочтительным образом в ускорительном кольце 3 могут быть предусмотрены средства для управления положением лопастей 2 ротора относительно ветра. Благодаря этому возможно простое и экономичное изменение положения лопасти ротора. При этом предпочтительным образом возможно взаимно независимое управление лопастями 2 ротора между ступицей и ближайшим ускорительным кольцом 3 и лопастями 2 ротора между расположенным в области наружного края 13 ускорительным кольцом 3 и ближайшим к нему ускорительным кольцом 3, в частности, их положением относительно ветра. Это позволяет добиться оптимальной эффективности лопастей ротора по всему радиальному направлению ветряного колеса 1 в большом диапазоне скоростей воздушного потока.

Другие соответствующие изобретению варианты осуществления включают только часть описанных признаков, при этом может быть выбрана любая комбинация признаков, в частности, из различных описанных вариантов осуществления.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ветряное колесо (1) для малооборотной ветросиловой установки с несколькими лопастями (2) ротора, ступицей (15), причем ветряное колесо (1) для ускорения воздуха в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса (1), имеет по меньшей мере одно соединяющее концы лопастей (2) ротора ускорительное кольцо (3) ветряного колеса (1), причем ускорительное кольцо (3) включает в себя по меньшей мере один первый направляющий элемент (31) и один второй направляющий элемент (32), при этом первый направляющий элемент (31) и второй направляющий элемент (32) находятся на расстоянии друг от друга и образуют воздушный проход (34) в направлении, перпендикулярном плоскости ветряного колеса (1), и причем ускорительное кольцо (3) в качестве наружного ускорительного кольца (3) расположено, по существу, на наружном краю (13) ветряного колеса (1), отличающееся тем, что ветряное колесо (1) снабжено по меньшей мере одним дополнительным ускорительным кольцом (3), которое разделяет лопасти (2) ротора.

2. Ветряное колесо по п.1, отличающееся тем, что диаметр внутреннего ускорительного кольца (3) составляет примерно 60% от диаметра ветряного колеса (1).

3. Ветряное колесо по п.1 или 2, отличающееся тем, что оно снабжено несколькими внутренними ускорительными кольцами (3).

4. Ветряное колесо по пп.1, 2 или 3, отличающееся тем, что поперечное сечение воздушного прохода (34) в направлении (11) прохождения потока имеет сужающуюся область (35).

5. Ветряное колесо по одному из пп.1-4, отличающееся тем, что первый направляющий элемент (31) и/или второй направляющий элемент (32) имеет, по существу, обтекаемую форму.

6. Ветряное колесо по одному из пп.1-5, отличающееся тем, что в подветренной области (36) расположен третий направляющий элемент (33).

7. Ветряное колесо по п.6, отличающееся тем, что третий направляющий элемент (33) служит для перенаправления потока в радиальном направлении (12).

8. Ветряное колесо по одному из пп.1-7, отличающееся тем, что первый направляющий элемент (31) и второй направляющий элемент (32) соединены друг с другом с помощью распорки (37).

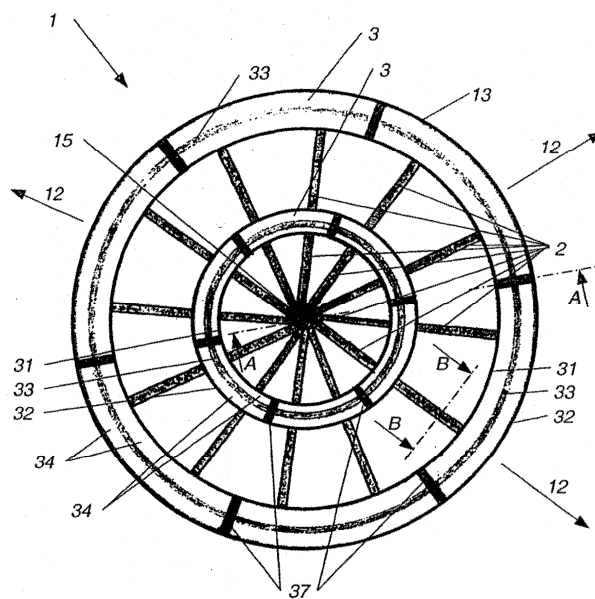
9. Ветряное колесо по п.8, отличающееся тем, что распорка (37) имеет обтекаемую форму.

10. Ветряное колесо по п.8 или 9, отличающееся тем, что распорки (37) расположены на одинаковом расстоянии от каждой из двух соседних лопастей (2) ротора.

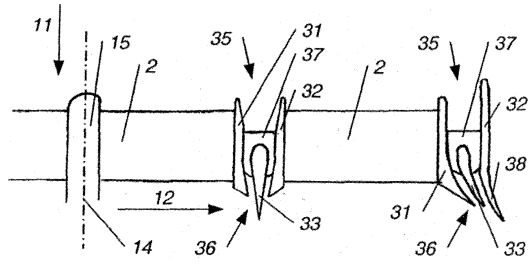
11. Ветряное колесо по одному из пп.2-10, отличающееся тем, что между ступицей (15) и внутренним ускорительным кольцом (3) расположено семь лопастей (2) ротора и что между внутренним ускорительным кольцом (3) и наружным ускорительным кольцом (3) расположено двойное количество лопастей ротора.

12. Ветряное колесо по одному из пп.1-11, отличающееся тем, что ускорительное кольцо (3) на наружной стороне имеет диффузор (38).

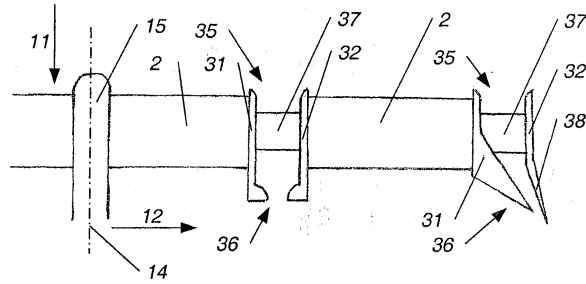
13. Ветряное колесо по одному из пп.1-12, отличающееся тем, что на обеих сторонах внутреннего ускорительного кольца (3) расположены лопасти (2) ротора.



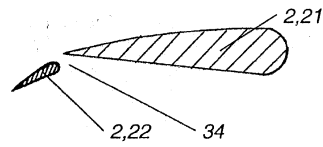
Фиг. 1



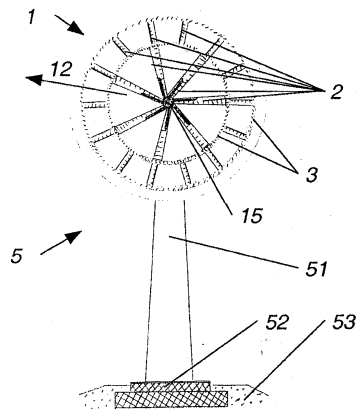
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5