



МИНИСТЕРСТВО ЮСТИЦИИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

### К ПАТЕНТУ

(21) 2017/0125.1

(22) 14.02.2017

(45) 31.07.2017, бюл. №14

(76) Шайкенов Блок; Шайкенов Ержан Блокович

(56) D1 - KZ29206B, 17.11.2014

D2 - KZ28871B, 15.08.2014

D3 - EP1923567 A2, 21.05.2008

D4 - WO2008064678 A2, 05.06.2008

(54) **ВЕТРОКОЛЕСО И СПОСОБ  
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЕТРОКОЛЕСА С  
КОЛЕННЫМ ИЗГИБОМ ЛОПАСТЕЙ ДЛЯ  
ВЫРАБОТКИ ЭКОНОМНОЙ  
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

(57) Изобретение относится в ветроэнергетике, в частности к использованию энергии ветра для выработки энергии с применением горизонтально осевых ветровых турбин.

Техническим результатом изобретения является повышение коэффициента использования энергии ветра, благодаря особой конструкции ветряного колеса, снижения расхода материалов и веса ветровой установки.

Это достигается тем, что для эффективного использования набегающего свободного потока ветра, в новой конструкции, лопасти ветроколеса имеет форму хоккейной клюшки и состоит из двух частей: короткой корневой с коленным изгибом и

длинной крыловидной частей. Короткая корневая часть изготавливается из высококачественной стали и состоит из осевого и рукавного участков. Короткая часть лопасти на расстоянии 1,5-5 м (Ветроколесо, вариант 1) и 0,2-1,5 см (Ветроколесо, вариант 2) от головки двигателя, имеет изгиб на 10-80° на стыке соединения осевого и рукавного участков. Угловой изгиб обратно направлен, против направления вращения лопастей. Осевой участок крепится к головке двигателя. С рукавным участком короткой корневой части через шарнирно кольцевые установки соединяется длинная крыловидная часть лопасти. Для предотвращения слома на изгибе лопасти при сильном ветряном напоре, борта соединения осевого и рукавного участков короткой корневой части усиливаются дополнительным стальным утолщением. Осевой и рукавной участки короткой коленной части лопасти стягиваются также тросами, для снижения нагрузки на изгиб.

В изобретенной конструкции применяется принцип рычага с двумя (плечами) точками приложения сил находящиеся в одной стороне, где основная длинная часть лопасти, через короткое колено действуют на вращающий элемент - на главный вал двигателя с дополнительным силовым эффектом, что дает возможность использования мощных генераторов энергии.

Изобретение относится в ветроэнергетике, в частности к использованию энергии ветра для выработки энергии с применением горизонтально осевых турбин в ветроэнергетических установках малой, средней и большой мощности с использованием трехлопастного ротора. Основным элементом ветроэнергетической установки, превращающим кинетическую энергию ветрового потока, являются конструктивные особенности ветрового колеса.

Известно ветроколесо энергетических установок с горизонтальной осью вращения (EP 1923 567 A2, от 21.05.2008, F03D 1/06), у которого рукоятка лопастей установлена с наклоном на наветренную сторону на 8-10°, от вертикальной плоскости, что предохраняет от разрушения концов лопастей при возможном касании об опоры во время сильных порывов ветра. Лопастей такого ветроколеса при внезапном порыве ветра могут принять только вертикальное положение, но верхушки лопастей не достигают опоры двигателя.

Известно изобретение KZ 28871 F03D 15.08.14 у которого лопасти состоят из двух частей: короткой корневой и длинной крыловидной части. Короткая корневая часть изготавливается из прочной стали снаружи покрыта армированной стекловолоконной оболочкой, при этом на расстоянии 1,5-3,5 м от места прикрепления к головке установки имеет коленный изгиб углом 30-45°, обратно направленный, вращению направления ротора. Участок короткой корневой части от места прикрепления к головке до изгиба называется осевым, а после изгиба - рукавным участком.

Недостатком данного изобретения является изготовление короткой части из цельнометаллического лития, что усложняет технологические проблемы обработки металла на стыке соединения осевого конца с головкой и внутренней структуры рукавного участка для соединения ее с рукояткой крыловидной части лопасти. Определенную техническую сложность создает совместимость покрытия стекловолоконной оболочки со стальной основой короткой части, которые при разных режимах температуры (низкой и высокой температурах) имеют разную степень расширения и сжатия.

Известно изобретение KZ 29206 F03D 17.11.2014 у которого лопасти состоят из двух частей: короткой корневой и длинной крыловидной части. При этом короткая корневая часть состоит из осевого участка, соединенного к головке ветроустановки и рукавного участка к которому соединяется рукоятка крыловидной лопасти. Обе участки изготавливаются в отдельности из прочной стали. Осевой и рукавный участки соединяются под углом 30-45°, образуя коленный изгиб. Угловой изгиб направлен обратно, против вращения ветроколеса. Для предотвращения перелома на коленном изгибе, между осевым и рукавным участками, стягиваются стальные тросы.

Недостатками данного изобретения являются узкие параметры углового соединения осевого и рукавного участков (30-45°), составляющего коленный изгиб короткой корневой части лопасти,

что ограничивает возможности использования рычажного действия длинной крыловидной лопасти в усилении вращательного эффекта в иных параметрах. Вызывает определенные сомнения техническая продуманность и надежность шарнирных механизмов соединения остова рукавного участка с соединительным валом крыловидной лопасти, где опорные кольца рукавного участка и кольцевые выступы вала крыловидной лопасти одинарные. При этом не четко указаны их функциональность, поскольку основную нагрузку по креплению этих механизмов несут концевой фланец со стороны крыловидной лопасти и запорный диск на коленном изгибе.

Известно изобретения FR 2863318A1 от 10 июня 2005 г., в котором рукоятка лопасти имеет изгиб, при этом длинная часть лопасти занимает угловое положение, относительно оси проходящей по прямой части рукоятки, что было задумано снизить аэродинамические возмущения, возникающие вследствие прохождения вышеупомянутых лопастей перед мачтой опоры. Рукоятка лопасти цельная и поэтому воздействие рычага (лопасти) осуществляется через одну опору - место соединения лопасти к головке установке, как показано на fig. 8, 9, 10 (FR 2863318A1), поэтому искривления рукоятки мало оказывает дополнительного эффекта в усилении вращения лопастей, соответственно и мощности ветроустановки.

Известно изобретение WO 2008/064678 A2, которое представляет собою лопасть ветряной электроустановки с устройством крепления для монтажа в подшипнике кругового тангажа, ось которой расположена под углом по отношению к продольной оси лопасти, что позволяет эллиптическое пересечение основной оси, при этом расстояние между внешней частью лопасти и опорой увеличивается, в то время как передний край лопасти поднимается вверх по направлению ветра.

Согласно описанию, это достигается тем, что лопасти состоят из двух частей: короткого основания который закрепляется к головке установки, перпендикулярно к горизонтальной оси основного вала и длинной лопасти установленной на тангажном подшипнике (устройство Юрьева-Сикорского) короткой части, который при этом может совершать также поворот вдоль своей продольной оси. Основной целью этого двухзвенного устройства является обеспечение устойчивого удаления лопасти при вращении от опоры ветроустановки «более сложным и продвинутом образом, чем в обычных турбинах, где с помощью наклона лопасти поворачиваются вокруг своей продольной оси».

В известном аналоге WO 2008/064678 A2 при повороте тангажного подшипника изменяются два угла (fig. 7a, 7b), как угол 404 поворота лопасти вокруг своей оси (фиг. 4. 8 WO 2008/064678 A2), так и угол отвода лопасти от опоры (не показан на фигурах). Это обусловлено конструкцией тангажного подшипника и соответственно ориентацией лопасти в пространстве. Очевидно, что

при значении угла  $404=0$ , значение угла между мачтой и лопастью также будет равно нулю, в случае, если изгиб и наклон занимает поперечное положение к основной оси главного вала, то длинная лопасть может занять параллельное к опоре установки позицию и могут создаваться опасность касания лопасти с опорой при сильном ветровом потоке (fig. 11 из WO 2008/064678 A2).

Недостатком данного изобретения является ненадежность стыковки короткой части с длинной лопастью и сложность механизмов управления положением лопастей при сохранении наклона оси длинной лопасти и одновременном повороте вокруг своей оси. Устройство перенято от механизмов крепления лопастей вертолетов и возможно действует лишь при малой длине короткого звена. При значительной длине короткого звена под действием массы лопасти (которая достигает у средней и большой мощности установок 2-7 тонн) и напора ветра все механизмы могут подвергаться быстрой разладе соединений, поэтому промышленная применимость изобретения возможно ограниченная.

Задачей нашего изобретения является создание конструкции ветроколеса (ротора), эффективно использующего кинетическую энергию свободно набегающего движения ветра с уловом, превышающим, более чем 16/27 известного значения полезного действия.

Техническим результатом изобретения является повышение коэффициента использования энергии ветра, благодаря особой конструкции ветряного колеса, снижения расхода материалов и веса ветровой установки.

Это достигается тем, что для эффективного использования набегающего свободного потока ветра, в новой конструкции ротора, лопасть имеет форму наподобие хоккейной клюшки (фиг.5). В изобретенной конструкции ротора, лопасть состоит из двух частей: короткой с коленным изгибом корневой части (фиг.1а, 1б, фиг.5, фиг.6) и длинной крыловидной части (фиг.5.8, фиг.6.8). Короткая корневая часть лопасти делится на осевой участок (фиг.1а.3, фиг.5.3, фиг.6.3), который крепится к головке (фиг.1а.9; фиг.5.9, фиг.6.9), установленной на главном вале (фиг.5.2, фиг.6.2) ветротурбины и рукавной участок (фиг.1б.4, фиг.5.4, фиг.6.4) к которому соединяется длинная крыловидная лопасть (фиг.4.8, фиг.5.8, фиг.6.8). Осевой и рукавной участки соединяются под углом  $10-80^\circ$  (коленный изгиб), относительно первичной оси прикрепления и обратно направленный, против направления вращения лопастей (фиг.5, фиг.6).

Определение угла изгиба короткой коленной части на стыке соединения осевого и рукавного участков под углом  $10-80^\circ$  основаны на создании высокого сопротивления к потоку набегающего ветра на плоскости крыловидной лопасти. Прочность соединения при угле изгиба менее  $10^\circ$  сопряжено с техническими проблемами, поскольку при этом возрастает давление силы тяжести крыловидной части на изгиб, усиленное вращающим моментом аэродинамического напора

ветра и воздействия скручивающего эффекта встречного ветра на лопасти. Увеличение угла более чем  $80^\circ$  на коленном изгибе лопасти ветроколеса, усиливая сопротивление к ветровому потоку, создает дополнительную аэродинамическую нагрузку. Более оптимальный аэродинамический эффект от двойной рычажной системы конструкции ветроколеса, достигается при угле  $30-60^\circ$  коленного изгиба между осевым и рукавным участками.

Изготовление целостного короткого коленного отдела в производственных условиях усложнено по технологическим причинам. Поэтому осевой и рукавной участки короткой коленной части лопасти изготавливаются в отдельности из прочной стали. Конструкция их универсальна при использовании в разных вариантах роторов.

Размеры и длина осевого и рукавного участков короткой корневой части зависит от принципов использования и планированной мощности ветродвигателя. Для получения высокой эффективности от конструктивных особенности лопастей рычажной формы с двумя точками опоры (плечами) приложения силы, предлагается две конструктивные варианты ротора.

В Ветроколесо вариант 1 (Қайқы желқалақ 1) осевая часть коленного отдела имеет 1,5-5 м длину (1/10-1/20 части длины лопасти), корневой конец ее крепится к головке ветроустановки (фиг.1а.9, 5.9). При обеспечении прочности конструкции соединения осевого и рукавного участков, длинная крыловидная часть лопасти как рычажное колено обеспечивает высокую механическую силу, при относительно малой ее длине. При заданной длине лопастей, рассчитанную на конкретную мощность у современных ветроустановок, использование нашей конструкции ротора, могут усилить мощность ветродвигателя на несколько значительную величину.

В местах с естественно мощными напорами ветра, предлагается использование конструкции Ветроколесо вариант 2 (Қайқы желқалақ 2), где осевой участок короткой коленной части (фиг.6.3) выступает внешнего круга головки на 0,2-1,5 м (со стороны изгиба). Внутри головки имеется центральный диск (фиг.6.30) с проемами (фиг.6.31) для прохода сотрудника, что позволяет выполнения технических работ по обслуживанию механизмов осевого и рукавного участков. Головка ветроустановки могут быть равной ширине гондолы или несколько большей, что не усложняет аэродинамическую нагрузку на установку.

Принципиальное отличие конструкции лопастей ротора нашего изобретения, формы, строение деталей и схемы их соединения, изображены на следующих рисунках. На фиг.1 показано схематическое строение осевого (фиг.1а) и рукавного (фиг.1б) участков короткой корневой части лопасти; фиг.2 - разрез места соединения рукавного участка короткой части и концевой вала крыловидной лопасти; фиг.3 - поперечный срез вала крыловидной лопасти со вставными трех сегментными кольцевыми выступами; фиг.4 - схема соединения осевого и рукавного участков короткой

части и соединения рукавного участка с концевым валом крыловидной лопасти; фиг.5 - схема собранной в целом лопасти ветроколеса, где осевой и рукавной участки имеют длину 1,5-5 м (Ветроколесо, вариант 1); фиг.6 - схема собранной лопасти ветроколеса, где длина осевого участка короткая, 0,2-1,5 м (Ветроколесо, вариант 2); фиг.7 - место приложения силы у лопастей традиционной конструкции ротора; фиг.8 - места приложения силы у ротора с коленным изгибом; фиг.9 - конец крыловидной лопасти с килем;

Детали строения осевого (фиг.1а) и рукавного (фиг.1б) участков короткой коленной части лопасти представляются в следующем: головка установки 1, который соединен с главным валом двигателя, цилиндрический остов осевой части 3, цилиндрический остов рукавного участка 4, проекция стенки осевого и рукавного участков 12, высокий бортовой выступ 5, для соединения осевой и рукавной частей, дополнительное стальное усиление борта и стенки на внутренней стороне изгиба 6, отверстия на краях борта 10, кольцевые опоры рукавного участка 13 и торцевой конец его 14 для соединения с крыловидной лопастью.

Осевой участок имеет полу цилиндрическую форму (фиг.1а), соединяется болтами (не показаны) со стенкой проема головки 9 ветроустановки. Конец осевой части со стороны изгиба имеет эллипсообразную форму, косо скошенную по линии  $1/2$  дуги между осевой линией осевой и рукавной частью, проходящей через точку их пересечения. Угловой наклон при этом направлен на внутреннюю сторону от направления вращения (фиг.4, фиг.5, фиг.6). По всему периметру цилиндрического проема имеется боковой борт 5 для крепления обеих участков короткого коленного отдела. Высокая сторона борта, находящаяся во внутренней части изгиба усилена дополнительным стальным утолщением 6. Боковая и обратная стороны борта имеют покатый кант, заполняющий переход цилиндрической стенки к борту. По периметру борта просверливаются необходимое количество отверстий 10 для соединения болтами с рукавным участком.

Рукавный участок могут быть несколько короче, чем осевой участок или равной длины. Рукавный участок имеет цилиндрическую форму (фиг.1б) и по конструкции фактически повторяет осевой участок. Отличие рукавного участка заключается в наличии трех двойных кольцевых опор (фиг.1б. 13; фиг.2. 13) которые служат для установки опоры выступов корневого вала крыловидной лопасти (фиг.2, 17), с подшипниками (фиг.2. 18, фиг.4.18), установленные на его боковой поверхности. Конец рукава со стороны осевого участка также имеет косо скошенный проем по линии  $1/2$  дуги между осевой линией осевого и рукавного участков, проходящей через точку их пересечения. Наклон направлен на наружный конец рукава. Эллипсоидный проем окаймлен боковым бортом (фиг.1б, 5) и его высокий борт со стороны изгиба усиливается дополнительным стальным утолщением 6. Боковая и обратная стороны борта имеют покатый кант, заполняющий переход цилиндрической стенки к

борту. По периметру борта косо скошенного конца рукавного участка проделаны расчетное количество отверстий 10, которые служат для соединения болтами (фиг.4.11) с осевым участком короткой коленной части.

Длинная крыловидная лопасть (фиг.4.8; фиг.5.8; фиг.6.8) изготавливается из стекловолокна, внутри ее полости имеется распорная балка лопасти (фиг.4.25), сделанная из стекловолокна с композитными материалами.

Соединение крыловидной лопасти с рукавным участком короткой коленной части происходит через концевой вал лопасти (фиг.4,15), который изготавливается из стали. Остов вала имеет полу цилиндрическую форму, гладкий снаружи, на наружном конце имеет опорный кольцевой расширенный борт 22, а на другом сужения с многогранной звездчатой формой и с гладким цилиндрическим концом (не показаны). Опорный кольцевой борт вала 22 крепится болтами 24 к корневому утолщению остова длинной крыловидной лопасти 23 (US Patent 4,412,784 от 01.11.1983, изобретение ФРГ; DE 19733 372 C1 F03D 1/06, 07.01.1999). Вал крыловидной лопасти одновременно обеспечивает поворот лопасти вдоль своей оси.

Продольный срез места соединения креплений рукавного участка и вала крыловидной лопасти показаны на фиг. 2, где остов рукавного участка 4, кольцевые его опоры 13, стенка вала крыловидной лопасти 15, утолщения его 16, вставные съемные кольцевые выступы 17 с подшипниками 18, отверстия на стенке вала и на вставном выступе 19, болты крепления 20. На стенке вала и съемном выступе могут быть сделаны трубчатые каналы (не показаны), которые открываются в каналах установки подшипников, а со стороны полости вала имеют штуцеры для проведения их смазки. На фиг.3 изображен поперечный срез стенки вала крыловидной лопасти 15 и вставные трех сегментные его выступы 17.

Крепление вала длинной лопасти к рукавному участку короткой коленной части проводится в следующем порядке. Между опорными кольцами (фиг.2.13) остова рукавного участка вставляются трех сегментные кольцевые выступы 17, на наружной плоскости которых установлены пальцевидные подшипники 18. После этого на проем рукавного участка устанавливается соединительный вал 15 длинной лопасти. Вставные выступы через проделанные отверстия 19 крепятся болтами 20 к валу лопасти. Остов вала лопасти на уровне крепления съемных кольцевых выступов, имеет утолщенные стенки 16, предохраняющие его от слома и разрушения. Конец рукавного участка со стороны крыловидной лопасти плотно закрываются цельными или состоящими из двух половинок кольцевыми фланцами 21, снабженными во внутренних краях резиновыми уплотнителями (не показаны). Последнее обеспечивает предохранение от попадания влаги и грязи между опорными кольцами рукавного участка и подшипниками кольцевых выступов соединительного вала

крыловидной лопасти. Фланцы закрепляются болтами (не показаны) к опорным кольцам остова рукавного участка. Торцевой конец вала имеет ступенчатое сужение с многогранным звездчатым устройством, которое затем также суживается в цилиндрическую форму. Граненая часть вала служит для крепления через кольцевой эксцентрик 28, гидравлического поворотного механизма 29 (JP4104037, F03D 7/00 18.06.08 или по другому изобретению), что обеспечивает поворота крыловидной лопасти вдоль ее оси и положения ее при разной скорости ветрового потока. На цилиндрический конец вала крыловидной лопасти устанавливается запорный диск 26, цельный или из двух половинок. Они закрепляются болтами 27 к наружной кольцевой опоре рукавного участка.

Механизмы соединения рукавного участка короткой коленной части и концевого вала длинной крыловидной лопасти могут иметь и другие конструктивные особенности. Например, двойные кольцевые опоры рукавного участка могут быть только две пары, расположенные на концах цилиндрического остова, соответственно соединительный вал лопасти имеет две пары съемных выступов. Для соединения рукавного участка и концевого вала длинной крыловидной лопасти могут применяться и иные конструкции, которые используются у современных роторов для соединения рукоятки лопасти с головкой ветротурбины, обеспечивающие также поворот лопасти вдоль своей оси.

Известное опасение вызывает наличие изгиба в лопасти и соответственно прочность колена лопасти на скручивающий эффект напора ветра, в особенности при усилении силы ветра. В новой конструкции ветроколеса, аэродинамическое давление ветра на крыловидную часть лопасти передаются через колено на месте изгиба. При этом короткая корневая часть и изгиб колена испытывают давление в двух направлениях. Первое в вертикальном направлении силы тяжести крыловидной части, усиленное вращающим моментом аэродинамического напора ветра и второе, воздействие скручивающего эффекта, обусловленное действием встречного ветра на крыловидную часть лопасти. Эти действия тем ощутимее, чем больше длина лопастей.

Техническая прочность изгиба лопасти и преодоление проблемы «перелома» на коленном изгибе под тяжестью и силы сопротивления ветровым потокам, действующего на длинную крыловидную часть лопасти, достигается тем, что со стороны изгиба усиливается дополнительным стальным утолщением (фиг.1.6; фиг. 2.6) высокого борта осевого и рукавного участков. Дополнительно они прочно стягиваются тросами (фиг.2.7, 3.7, 4.7), для снижения нагрузки на изгиб и на соединения осевой и рукавной частей короткого коленного отдела. При укороченной форме осевого участка (фиг.6), тросы 7 стягиваются между рукавным участком и центральным диском 30 в головке ветротурбины. Применение тросов, является надежным укреплением на растягивающую силу

длинной крыловидной лопасти под влиянием тяжести и ветрового напора. Использование тросов уже проверенный путь соединения при стройке висячих мостов, испытывающих подобные нагрузки. Бортовые стальные усиления на краях осевого и рукавного участков короткого колена обеспечивают надежность от слома при скручивающем моменте от фронтального воздействия напора ветра.

Ключевым моментом в выработке энергий с использованием ветра является повышение коэффициента улавливания кинетической энергии свободно проходящего ветра. Поэтому необходимо достижения значительной плотности ветряного потока в области касания к поверхности крыловидной лопасти и «улов» все большей его массы, соответственно обеспечения большого аэродинамического эффекта ветряного потока в пределах ометаемой площади.

Известно, что момент силы пропорционален плечу рычага (расстоянию между центром поворота [здесь главного вала] и точкой приложения силы). Согласно этому постулату у действующих ветроколес с прямыми лопастями, местом приложения рычажной силы лопасти  $F_1$ , является радиус головки ветроустановки, от оси главного вала к месту прикрепления рукоятки лопасти к головке ветротурбины (фиг.7).

Отличие нашего изобретения заключается в том, что короткий отдел лопасти состоит из двух частей: осевого участка, который является продолжением по линии соединения от оси к краю головки и рукавного участка, который соединен осевому участку под углом 10-80° (более эффективно 30-60°). При этом создаются два места опоры рычага и два звена приложения силы (фиг.8).

Если перевести функциональность нашей конструкции ветроколеса, закону действия рычага, то момент силы  $F_1$  усиливается дополнительно с присоединением к ней осевого участка  $F_2$ , а угловое расположение рукавного участка соединенного с длинной крыловидной лопастью действует как рычаг, где силы ветра передаются через две опоры - через коленный изгиб и места соединения осевого участка с головкой установки (фиг.8). Осевой участок короткой части лопасти является тем звеном, который составляет момент дополнительной силы ( $F = F_1 + F_2$ ). При этом сообщаемая дополнительная сила пропорционально увеличению длины осевого участка, который в зависимости от запланированной мощности ветроустановки составляет 0,20-5 м, (звена  $F_2$ ). Однако эффективность ее будет зависеть от соотносительности длины последнего и крыловидной лопасти, что в значительной мере определяется стремлением достичь высокого коэффициента полезного действия кинетической силы ветрового потока и правилами сохранения безопасности конструкции лопасти.

Эффект ветроколеса с коленным изгибом, возможно, менее значителен у малых ветроустановок, поскольку при быстром вращательном движении, лопасти встречают также

возрастающее сопротивление воздушной массы, еще не привлеченного в круговорот движения. У ветроустановок средней и большой мощности, где круговорот ротора составляет 11-16 оборотов в минуту, конструкция лопастей с коленным изгибом с двумя точками опоры и двумя звеньями передачи силы, расположенные на одной стороне, сообщает дополнительный силовой эффект намного превышающей, чем с прямыми лопастями.

Наша конструкция при сохранении современной расчетной длины лопастей у ветроустановок средней и большой мощности, создает реальную основу для усиления мощностей на 2-3 раза, применения мощных генераторов, сокращения материальных и финансовых расходов.

Положение длинной крыловидной части лопастей с углом  $10-80^\circ$  к осевому прикреплению корневой части лопасти, способствует усилению движения ветрового потока и плотность его на плоскости крыла несколько возрастает. Если у прямых лопастей ветровой поток по мере удаления от центра (здесь от головки ветроустановки) к периферии, свободно истекает в расширяющемся пространстве между лопастями, то длинная лопасть ротора нашей конструкции, занимая угловое положение относительно оси крепления к головке, все время находится под напором ветряного потока. Отличие изобретенной конструкции лопастей (ротора), основанного на принципе рычага с двумя плечами и двумя точками приложения сил находящиеся в одной стороне, именно рассчитано на легкое преодоление сопротивления плотного потока ветра.

Как альтернативный вариант, предлагается дополнительное конструктивное устройство в виде кия (фиг.9. 32), установленное на конце крыла 8, поперечно к ее плоскости. Высота этого кия составляет 45-50 см, что является значительным препятствием для срыва ветряного потока с концевых частей. Устройство имеет треугольную форму, более низкую (высота 20-25 см) с наветренной стороны, высокую 45-50 см и несколько удлиненную на 20-25 см в задней части. При этом основание кия выступает кзади от края крыла, а треугольное удлинение вытянуто в высокой задней части. Наличие ограничительного кия на конце лопасти, также способствует созданию высокой плотности ветрового потока по всей длине крыловидной части.

Применение на ветроэнергетических установках изобретенной нами конструкции лопастей, разделенную на короткую с коленным изгибом и длинную крыловидную части, в силу иного передаточного отношения через принцип рычажной системы с двумя (плечами) и точками опоры расположенной в одной стороне, дают дополнительный силовой эффект намного превышающей, чем при использовании лопастей с прямой конструкцией. При этом происходит повышение коэффициента вращательной силы ветрового потока, генераторов энергии, а также создается возможность для уменьшения длины лопастей, снижения массы гондолы и опоры

ветродвигателей. Это позволит повысить выработку годовой удельной электроэнергии на единицу ометаемой площади, снизить себестоимость киловатт- часов энергии на затраченные материалы и установки.

### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Ветроколесо, состоящее из главного вала, головки ветроустановки и лопастей из двух звеньев: короткой части с устройством крепления и монтажа кругового подшипника и длинной лопасти, *отличающееся* тем, что каждая лопасть состоит из двух частей: короткой корневой части с осевым и рукавным участками и длинной крыловидной части, при этом короткая корневая часть изготовлена из стали высокого качества, на расстоянии 1,5-5 м и 0,20-1,5 м от корневого крепления через головку к главному валу, на стыке осевого и рукавного участков имеет коленный изгиб под углом  $10^\circ-80^\circ$ , направленный против вращения ветроколеса, а рукавной участок короткой корневой части имеет цилиндрический остов с тремя двойными опорными кольцами и соединяется с крыловидной частью лопасти, корневой конец которого снабжен полым стальным валом с тремя съемными выступами с шарнирными устройствами, при этом вал соединен с остовом крыловидной части стягивающими болтами, а на коленном изгибе короткой корневой части установлены гидравлические механизмы, соединенные с концом вала крыловидной части через эксцентрики, обеспечивающие поворот лопасти вдоль ее оси.

2. Способ изготовления ветроколеса, состоящего из главного вала, головки ветроустановки и лопастей из двух звеньев: короткой части с устройством крепления и монтажа кругового подшипника и длинной лопасти, *отличающееся* тем, что каждая лопасть состоит из двух частей: короткой корневой части с осевым и рукавным участками и длинной крыловидной части, при этом короткую корневую часть изготавливают из стали высокого качества, на расстоянии 1,5-5 м и 0,20-1,5 м от корневого крепления через головку к главному валу, на стыке осевого и рукавного участков имеет коленный изгиб под углом  $10^\circ-80^\circ$ , направленный против вращения ветроколеса, а рукавной участок короткой корневой части имеет цилиндрический остов с тремя двойными опорными кольцами и соединяется с крыловидной частью лопасти, корневой конец которого снабжают полым стальным валом с тремя съемными выступами с шарнирными устройствами, при этом вал соединяют с остовом крыловидной части стягивающими болтами, а на коленном изгибе короткой корневой части устанавливают гидравлические механизмы, которые соединяют с концом вала крыловидной части через эксцентрики, обеспечивающие поворот лопасти вдоль ее оси, при этом момент силы  $F_1$ , равный плечу рычага у ротора с прямыми лопастями, усиливают присоединением к ней осевого участка  $F_2$ , который является тем звеном,

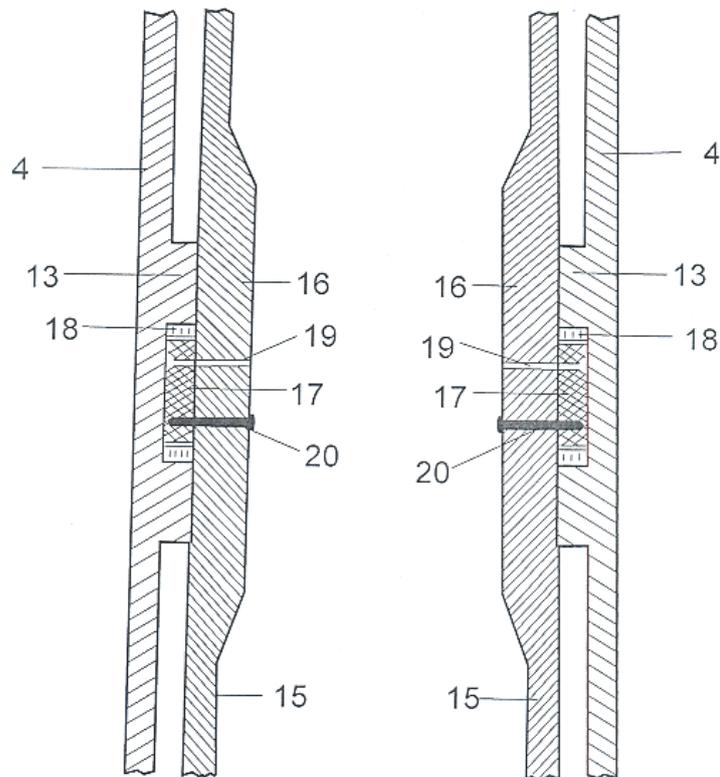
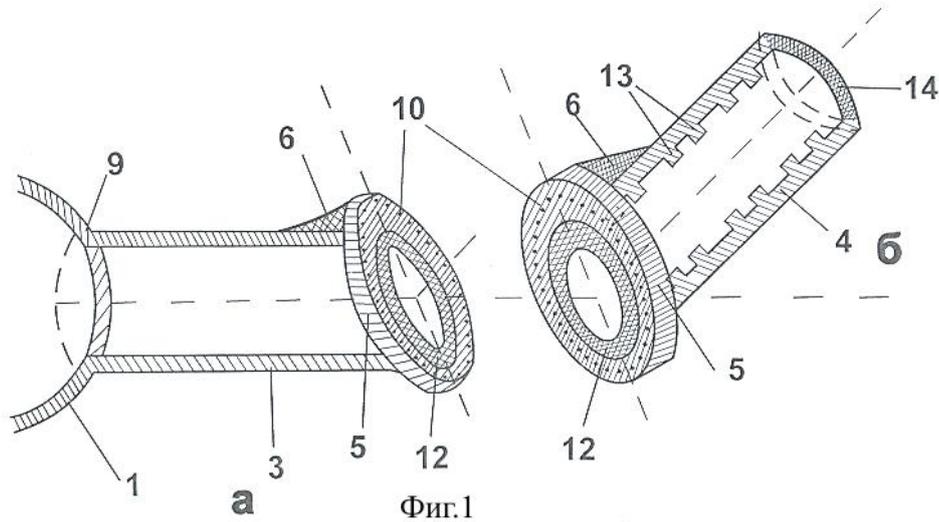
составляющим момент дополнительной силы  $F = F_1 + F_2$  с высоким аэродинамическим эффектом.

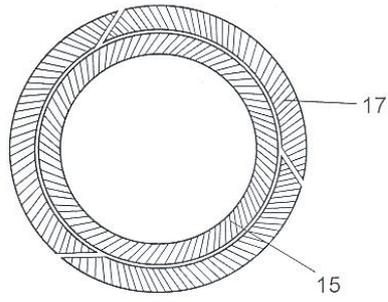
3. Ветроколесо по п.1, *отличающееся* тем, что на месте соединения осевого и рукавного участков имеет коленный изгиб, борта со стороны внутреннего изгиба имеют стальное утолщение и оба участка короткой коленной части стягиваются тросами.

4. Ветроколесо по п.1, *отличающееся* тем, что на месте соединения осевого и рукавного участков имеет коленный изгиб, где борта соединения их

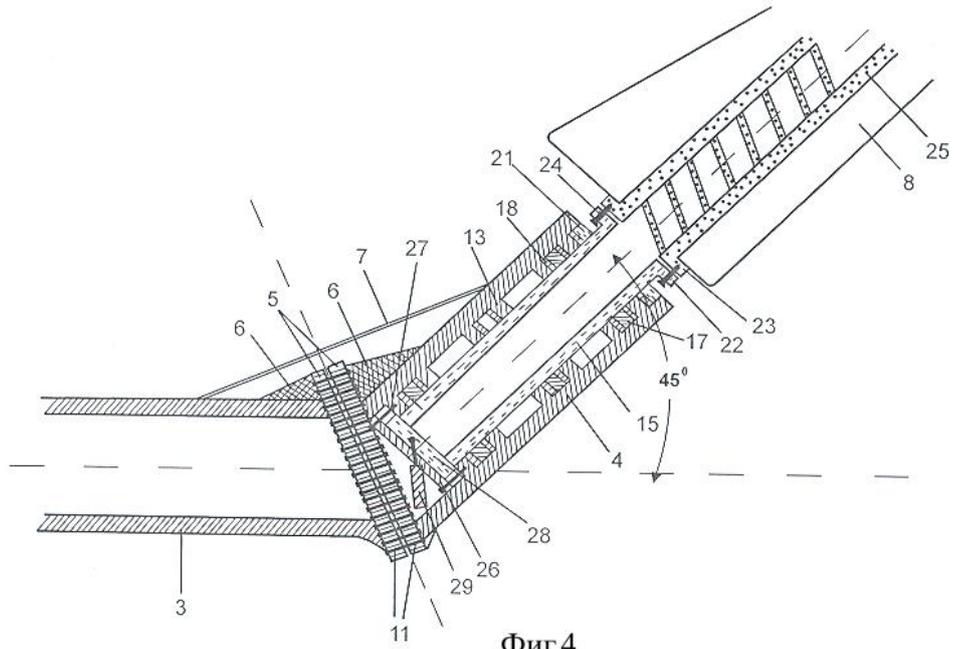
имеют стальное утолщение, а поддерживающие коленный изгиб тросы стягиваются между центральным диском на головке и рукавным участком короткой коленной части лопасти.

5. Ветроколесо по п.1, *отличающееся* тем, что его короткая корневая часть с коленным изгибом, составляет рычаг с двумя звеньями и двумя опорами, находящееся на одной стороне, рассчитанное на эффективное использование высокой плотности потока ветра, проходящего через крыловидную часть лопасти.

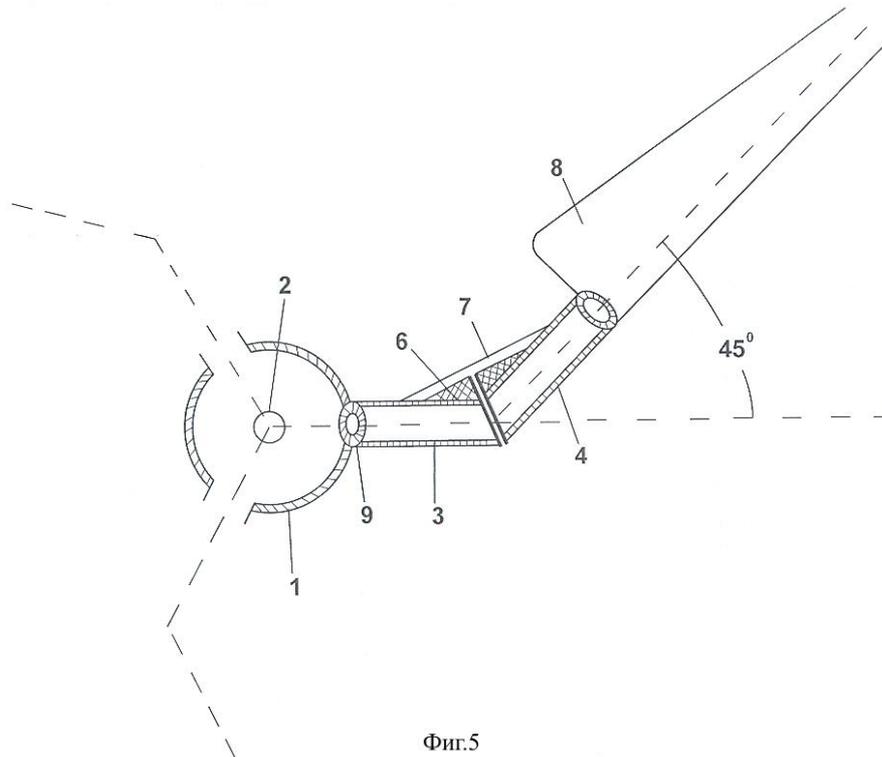




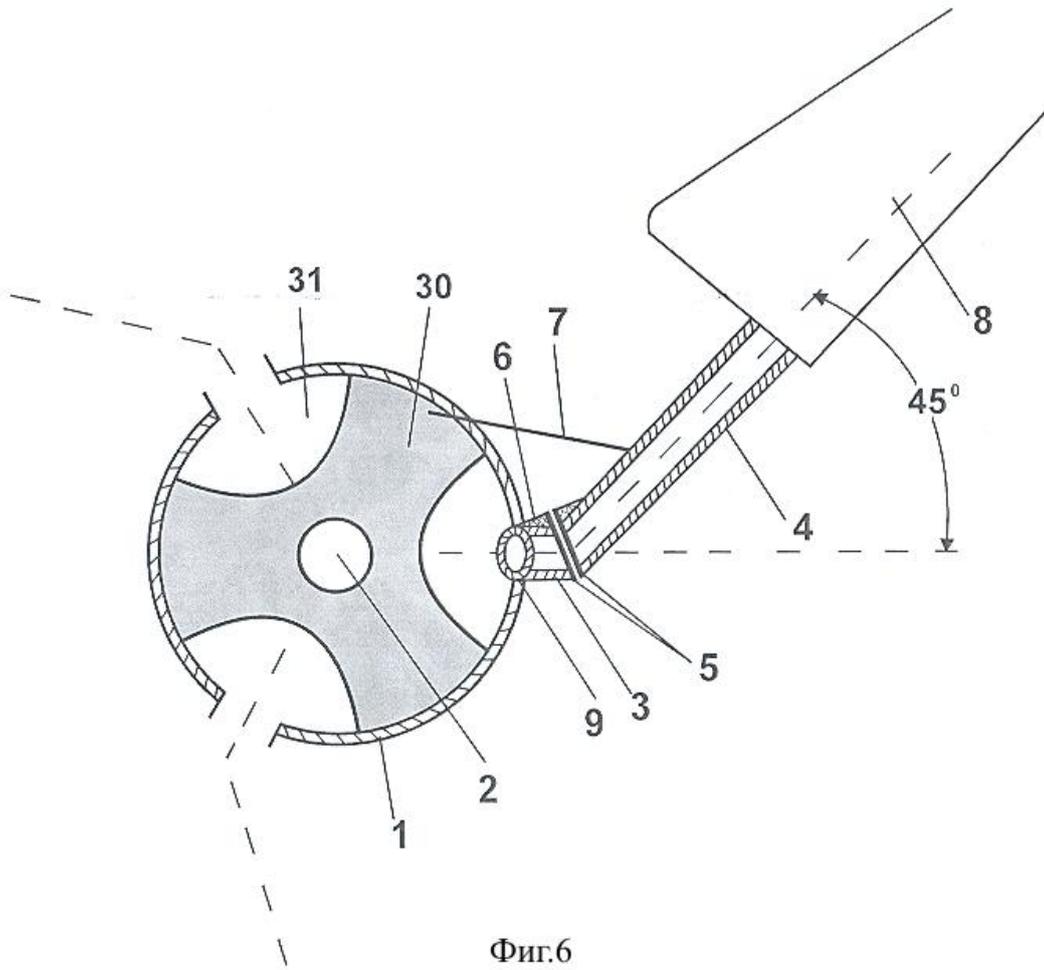
Фиг.3



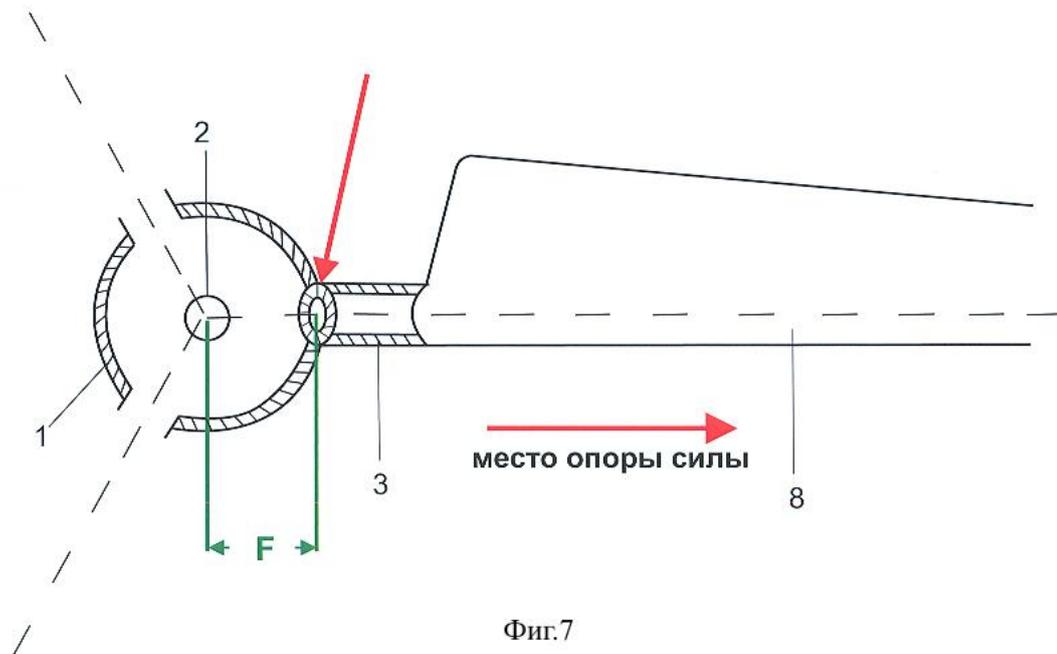
Фиг.4



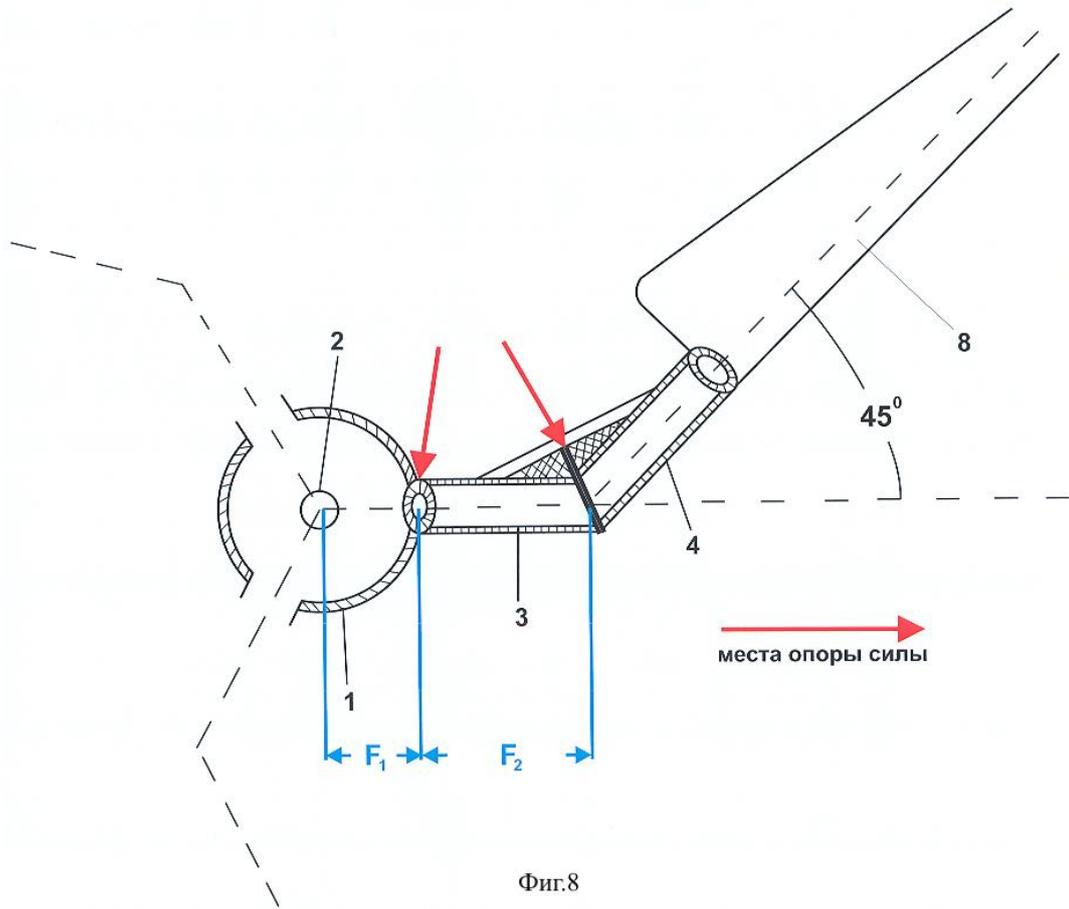
Фиг.5



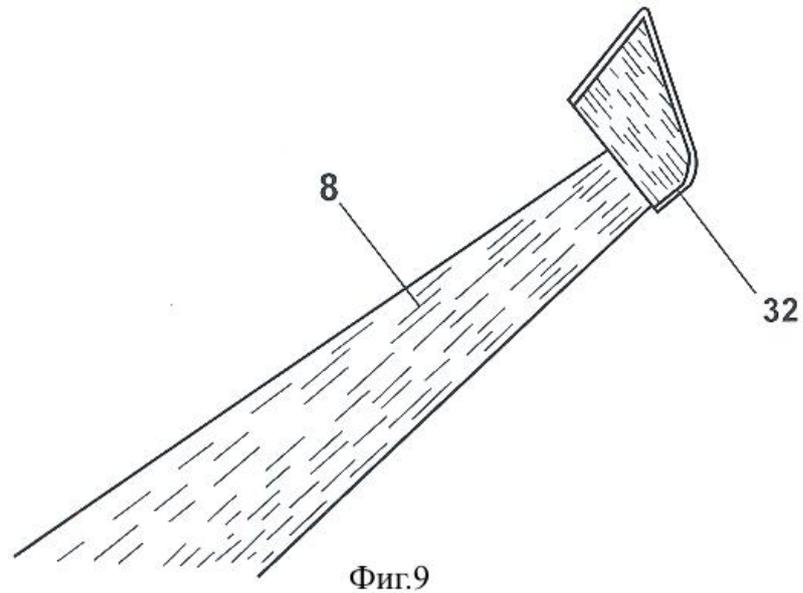
Фиг.6



Фиг.7



Фиг.8



Фиг.9

Верстка А. Сарсекева  
 Корректор Б. Омарова