

Изобретение относится к ветроэнергетике, касается ветроэлектростанций, снабженных направляющими аппаратами и может быть использовано для получения в хозяйстве страны дешевой и экологически чистой электроэнергии в ветроэлектростанциях средней и большой мощности.

Известна ветроэлектростанция (Заявка СССР №21268792, кл. F03D3/04, 07.11.86), содержащая электрогенератор с редуктором, связанные через муфты с горизонтальным валом, каждая секция которого установлена в вертикальных опорах на подшипниках и соединена муфтой с соседней секцией. Каждая секция горизонтального вала снабжена лопастями, к которым примыкают секции направляющих аппаратов, имеющих вертикальные перегородки и заслонки и признаки прототипа, препятствующие получению требуемого технического результата:

ветродвигатель имеет перед ветроколесом коробчатые конфузоры, выходные к лопастям отверстия которых выполнены точно по внешнему периметру вращения лопастей, эти отверстия выполнены в одном конфузоре выше вала и в другом, для восприятия ветров противоположных направлений, ниже вала, каждый конфузор выполнен в виде отдельных секций, установленных вдоль вала с зазором одна относительно другой;

соединительные муфты горизонтального вала установлены в зазорах между секциями лопастей;

каждая лопасть изогнута в поперечном сечении и закреплена на валу по винтовой линии.

Известно, что из всех типов ветродвигателей крыльчатый, то есть ветряная мельница, самый эффективный - коэффициент использования энергии ветра составляют 48 процентов.

Это достигается за счет того, что в ветромельнице все лопасти одновременно находятся под напором ветра, притом лопасти эти имеют и большую парусность. Ведь ветродвигатель парусников при попутном ветре самый эффективный. Отсюда и следует взять понятие парусности ветроперерабатывающего устройства.

Значит, для получения ветродвигателя, способного обеспечить и большую мощность и высокий коэффициент использования энергии ветра, надо применять лопасти с большой парусностью (площадью) и как можно на большее количество этих лопастей одновременно должен воздействовать ветер. Причем весьма важно уменьшить до минимума конструктивные элементы ветродвигателя, не участвующие в ветропереработке.

Вышеописанная ветроэлектростанция конструктивно может иметь лопасти большой парусности. Но для получения больших мощностей и также для обеспечения эффективного использования слабых ветров потребуются лопасти сверхбольшой парусности. Для этого следует увеличивать длину отдельной секции вала и увеличивать диаметр лопастей. При этом, чтобы исключить осевые прогибы вала и обеспечить надежность лопастей, необходим несущий каркас как для вала, так и для обшивки лопастей.

Выходные к лопастям отверстия коробов обоих конфузоров, выполненные точно по внешнему периметру вращения лопастей, не

обеспечивают высокий коэффициент использования ветра, что экспериментально доказано. Конфузор, имеющий только конфузорное сужение, несовершенный, так как поток ветра, встречая на своем пути верхнюю и нижнюю плоскости конфузора, создает более ускоренные ветровые потоки, протекающие по направлению этих плоскостей и которые пересекаются в зоне вращения ветроколеса. Это создает различные завихрения ветрового потока, которые действуют во вред рациональной ветропереработке. Чтобы загасить завихрения и придать этим потокам устойчивые характеристики необходимо конфузоры продолжать к лопастям прямоугольным коробом с одинаковой высотой без конфузорного сужения.

При направлении ветра, перпендикулярном к валу, теряется пятая часть ветрового потока, который уходит через зазоры между секциями конфузоров. Весьма затруднен выход отработанного ветрового потока со стороны конфузора, находящегося ниже вала, что наглядно видно со схемы фиг.1 авт. св. СССР №1268792. При направлении ветра вдоль вала, ветроэлектростанция вообще не будет работать, потому что конфузоры ВЭС не способны воспринять такие ветровые потоки. Все эти существенные недостатки препятствуют достижению высокого коэффициента использования энергии ветра и получению больших мощностей.

Горизонтальное расположение вала обеспечивает надежность установки, но в конструкции прототипа заметны следующие недостатки: барабанное ветроколесо с лопастями, оба конфузора, отдельные секции ВЭС конструктивно не связаны между собой, а также не имеют надежных опор для связи с землей, что отрицательно сказывается на механической устойчивости ветроэлектростанции и ограничивает ее мощность.

Задачей предлагаемой разработки ветровой электростанции является: создание двухстороннего многоканального направляющего аппарата, симметрично расположенного по разные стороны от оси вала, имеющего надежную связь с землей и конструктивно объединенного в одно целое, способного выполнять и конфузорные и диффузорные функции при противоположных направлениях ветра, создание, для восприятия ветров противоположных направлений, радиальных лопастей двухстороннего вращения с изменяемой геометрией изгиба лопастей, способность всей ветровой электростанции без потерь воспринимать и ускорять ветровой поток набегающих под разными углами на всю фронтальную сторону многоканального направляющего аппарата, который сможет иметь большие вертикальные площади с многократным преобладанием длины над высотой, при этом не только ускорять ветровой поток, но и придавать ему устойчивые характеристики и направлять его в четырех направлениях по кругу и одновременно на четыре радиальные лопасти из пяти, обеспечив при этом беспрепятственный выход отработанного ветрового потока, получив за счет всех этих конструктивных разработок высокий коэффициент использования энергии ветра, возможность получать большие и сверхбольшие мощности и высокую механическую надежность

предлагаемой ветровой электростанции.

Задача данного изобретения решается тем, что в ветровой электростанции, содержащей электрогенератор с редуктором, связанные через муфты с горизонтальным валом, каждая секция которого установлена в вертикальных опорах на подшипниках и соединена муфтой с соседней секцией, каждая секция горизонтального вала снабжена лопастями, к которым примыкает секции направляющих аппаратов, имеющих вертикальные перегородки и заслонки, согласно изобретению, ветровая электростанция выполнена цельной конструкцией и по длине состоит из двух половин, расположенных одна по отношению к другой под прямым углом, каждая эта половина состоит из секций направляющих аппаратов, которые являются двухсторонними и образованы вертикальными опорами в виде несущих стен с фундаментами, расположенными перпендикулярно к горизонтальному валу, каждая секция горизонтального вала является полый, а лопасти применены с возможностью двухстороннего вращения за счет изменяемой геометрии изгибов лопастей и выполнены в виде радиальных секций несущего каркаса с обшивкой и шарниром, каждая секция двухсторонних направляющих аппаратов посредством вмонтированных в несущие стены ферм с обшивкой по разные стороны от оси горизонтального вала с общей крышей и бетонированным основанием по четыре симметрично расположенных коробообразных ветровода, а потолок общей крыши над продольной осью вала над лопастями образует конический выступ, на котором шарнирно закреплена направляющая ветра.

Каждый из коробообразных ветроводов больше, чем на половину своей длины по оси симметрии имеет форму конфузора, переходящую на оставшемся участке в трубу со своеобразными для каждой симметричной пары ветроводов изгибами, сечение этой трубы в плоскости, перпендикулярной оси симметрии коробообразного ветровода, имеет форму прямоугольника, при этом больший угол между воображаемой плоскостью, соединяющей выходные концы обшивки ферм у лопастей и осью симметрии коробообразного ветровода лежит в пределах $100 - 110^\circ$.

На горизонтальном валу ветровой электростанции установлены электролебедки, связанные с изгибающимися частями лопастей, а в шарнирах несущего каркаса лопастей имеются ограничители изгибов.

Направляющая ветра применена с возможностью электромагнитной фиксации.

Забетонированная поверхность земли под электростанцией вдоль оси горизонтального вала над лопастями переходит в установленные металлические направляющие наконечники, а поверхность природного или насыпного склона холма с обеих фронтальных сторон ветровой электростанции является составной частью нижней плоскости двухсторонних направляющих аппаратов.

В обшивке каждой фермы по разные стороны от оси горизонтального вала имеются механические открывающиеся жалюзи.

Технический результат выражается в повышении мощности и надежности ветровой

электростанции, при высоком коэффициенте использования энергии ветра.

Указанный технический результат достигается тем, что фермы с обшивкой, образующие ветроводы, несущие стены и крыша электростанции в местах захода ветрового потока имеют остроугольные торцы, поэтому многоканальные направляющие аппараты электростанции способны с больших вертикальных площадей (имеющих многократное преобладание длины над высотой), включая и поверхность природного или насыпного склона холма перед ветростанцией, воспринять весь ветровой поток и направить его при помощи четырех коробообразных ветроводов, имеющих своеобразные для каждого ветровода изгибы, в ускоренном и устоявшемся виде, и что очень важно, в четырех направлениях одновременно, сразу на четыре радиальные лопасти из пяти, обеспечив всем этим высокий коэффициент использования энергии ветра.

Высокий коэффициент использования ветра обеспечивается тем, что они, помимо известного ускорения ветровых потоков в конфузорных сужениях коробов ветроводов, еще и придают устоявшиеся характеристики этим ветровым потокам в прямоугольных ветроводных коробах с постоянной высотой. Другими словами, ветровые потоки, гася завихрения, приобретают здесь устоявшиеся характеристики. Это особенно важно при направлении ветровых потоков по кругу, описываемому наружными частями лопастей в четырех строго определенных направлениях. В процессе работы над изобретением экспериментально доказано, что намного эффективней работает выходное отверстие короба конфузора с прямоугольным срезом, которое применено в ветроводах и которое способствует более эффективной их работе.

Применение несущего каркаса на валу и для лопастей позволяет существенно увеличить диаметр лопастей, а также длину отдельной секции вала. Ветровая электростанция, имеющая в целом горизонтальный вал большой длины, следовательно будет иметь на нем радиальные лопасти большой и сверхбольшой парусности. Эту конструкцию, или достижения еще большей эффективности, нужно предельно облегчить за счет применения полого вала и облегченного каркаса с обшивкой лопастей из тонкого алюминиевого листа.

Такой ветроперерабатывающий аппарат, снабженный вышеописанным многоканальным направляющим аппаратом способен обеспечить высокий коэффициент использования ветра, а также при ветрах малой силы через редукторы все же обеспечить выработку электроэнергии.

Ветровая электростанция воспринимает ветры разных направлений за счет горизонтального расположения двух своих половин под прямым углом, причем эти половины располагаются одна от другой на расстоянии не менее, чем в два раза большим, длины одной из этих частей, или постройки ВЭС данного региона в двух направлениях по валу, допустим, с севера на юг и с востока на запад, симметричности и идентичности многоканального направляющего аппарата, расположенного справа и слева от вала ВЭС, лопастей двухстороннего вращения, и за счет наличия направляющей ветра, шарнирно

подвешенной своим верхом под коническим выступом, расположенным в потолке крышки вдоль вала над лопастями.

Двухстороннее вращение радиальных лопастей обеспечивается наличием в каркасе каждой лопасти шарнира для обеспечения изгиба лопасти, которая при изменении направления ветра на противоположное, переводится в другое крайнее положение тросовыми электролебедками, и фиксируется в этом положении ограничителями поворота и тросовым натягом.

Механически открывающиеся жалюзи в верхней обшивке каждой фермы ближе к наружному выходу обеспечивают свободный диффузорный выход отработанного ветрового потока, потому что к имеющимся выходам через три ветровода - диффузора еще добавляется выход через три, всегда открытые со стороны лопастей, проемы в обшивке ферм.

Ветровая электростанция имеет высокую надежность и механическую устойчивость за счет создания многоканального направляющего аппарата как цельной конструкции, как по разные стороны от вала, так и на протяжении всего вала и размещением в этой единой конструкции опор подшипников вала; за счет общей крыши и несущих стен с фундаментами, за счет наличия ферм с обшивкой для образования коробов ветроводов, вмонтированных (ферм) в несущие стены за счет основания многоканальных направляющих аппаратов, являющимися бетонированной поверхностью земли и за счет несущего каркаса полого вала и лопастей.

На фиг.1 дана общая схема ветровой электростанции, поперечный разрез; на фиг.2 - схема горизонтального вала с каркасом и с радиальными лопастями двухстороннего вращения, поперечный разрез; на фиг.3 - схема секции двухстороннего многоканального направляющего аппарата и секции горизонтального вала с лопастями двухстороннего вращения, горизонтальный разрез; на фиг.4 и 5 - схемы тех моделей, с которыми были проведены испытания.

Связь конструктивных элементов ветроэлектростанции осуществляется посредством несущих стен 1 с фундаментами 2 (фиг.1 и фиг.3). В каждой несущей стене 1 имеются проемы 3, в которых постепенно монтируются по две опоры подшипников 4. На двух противоположных опорах подшипников 4 располагается секция горизонтального полого вала 5 с несущим каркасом 6. Каркас 6 является несущим не только для лопастей, но и для вала 5. Между опорами подшипников 4 в проемах стен 3 находятся соединительные муфты 7.

В две, идущие перпендикулярно по валу одна за другой, несущие стены 1 вмонтированы по три фермы 8, симметрично расположенные по разные стороны от оси вала 5. Каждая из этих ферм имеет обшивку 9 для образования коробов ветроводов. Вверху ветровой электростанции находится цельная ферма 10, которая также вмонтирована в несущие стены 1. Верхняя обшивка 11 ферм 10 служит общей крышей ВЭС, а нижняя обшивка 12 является потолком крыши и служит верхней плоскостью двухстороннего многоканального направляющего аппарата. Нижней плоскостью этого направляющего аппарата служит забетонированная поверхность

земли 13, которая в центре под валом и вдоль его переходит в направляющий наконечник, состоящий из каркаса 14 и обшивки 15.

Каждая секция двухстороннего многоканального направляющего аппарата, ограниченная в вертикальных плоскостях (проходящих перпендикулярно валу 5) несущими стенами 1, в горизонтальных плоскостях, посредством ферм 8 и 10 с обшивкой 10 и 12 и бетонированной поверхности земли 13, делится на четыре ветровода 16, 17, 18, 19 и 16а, 17а, 18а, 19а, симметрично расположенные по разные стороны от оси вала 5 и представляющие собой короба прямоугольного сечения с шириной (вдоль вала) в несколько раз большей высоты этого короба.

В каждой секции многоканального направляющего аппарата в потолке 12 под общей фермой 10, вдоль вала 5 имеются конический выступ 21 с шарнирно подвешенной за верх направляющей ветра 22, которая переводится в нужную сторону посредством шарнира 23 механически и также при помощи ветрового напора, а фиксируется в нужном положении одним из двух электромагнитных фиксаторов 24.

Выход отработанного ветрового потока (при ветре слева) осуществляется через три ветровода - диффузора 17а, 18а и 19а. Ветровод 16а в это время перекрыт направляющей ветра 22. Чтобы еще больше благоприятствовать выходу отработанного ветрового потока в верхних обшивках 9 несущих ферм 8 ветроводов 16а, 17а и 18а имеются механически открывающиеся жалюзи 25. (На схеме слева жалюзи в закрытом положении). Избыточный уходящий ветровой поток сможет войти в открытые проемы 26 и выйти за пределы ВЭС через жалюзи 25.

Каждый из восьми ветроводов имеет створчатые заслонки 27 с шарнирами 28. Заслонки 27, установленные в концах конфузорных сужений коробов ветроводов, служат для защиты установки от ураганных ветров и для возможности проведения ремонтных и наладочных работ.

При изменении направления ветра на противоположное, радиальные лопасти двухстороннего вращения соответственно изменяют направление изгибов. Это достигается посредством шарниров 30, установленных в несущем каркасе 6 каждой из пяти лопастей 29 (фиг.2), на высоте (от вала) составляющей 2/3 части длины всей лопасти 29 - 31. Посредством шарнира 30 крепится изгибающаяся часть лопасти 31. Шарнир 30 имеет упоры 32, ограничивающие эти изгибы. Перевод изгибающейся части лопасти 31 осуществляется электролебедками 33 посредством тросов 34. Электролебедки 33 закреплены на валу 5. Фиксация изгибающихся частей лопастей 31 в нужном положении осуществляется упорами шарниров 32 и тросовым натягом. Оба троса 34, выходящие по разные стороны электролебедки 33, неподвижно крепятся своими концами в самом верхнем месте изгибающейся части лопасти 31. Для обеспечения необходимого рычага для перевода изгибающейся части лопасти 31 на шарнире 30 установлены шкивы 35.

Ветровой поток, встречая на своем пути холм, ускоряется. В ускоренном виде через остроугольные торцы 36 несущих стен 1 (фиг.3) и

через остроугольные торцы 37 всех трех ферм с обшивкой 9, и через остроугольные торцы 38 общей фермы 10с обшивками 11 и 12 (фиг.1) он полностью заходит в направляющие аппараты, где посредством коробов ветроводов 16, 17, 18 и 19 разделяется на четыре ветровых потока. Еще более ускорившись в конфузорных частях коробов ветроводов, эти ветровые потоки приобретают устоявшиеся характеристики в прямоугольных, одинаковой высоты, частых ветроводных коробов 16 - 19 и на выходе к лопастям через срезы под углами в 100° - 110° по кругу, описанному наружными частями радиальных лопастей, в четырех направлениях, благодаря своеобразному для каждого ветровода изгибу короба, и одновременно с равной силой действуют на четыре лопасти 29 - 31 из пяти.

Срезы коробов ветроводов на выходе к лопастям под углами в 100° - 110° явились результатом проведенных испытаний.

Вначале на ветру была испытана модель, схематически изображенная на фиг.4, где короб конфузора, обозначенный плоскостями АВ и CD, имеет на выходе к лопастям срез точно по периметру вращения наружных частей лопастей F, обозначенный пунктирной линией BC. Наличие плоскости, обозначенной на схеме линией АВ, практически не убыстряло вращение ветроколеса F. А при переведении плоскости АВ в положение А1 В и выше вращение лопастей F даже временами прекращалось. При слабом ветре ветроколесо F не начинало вращаться.

Были проведены испытания модели, схематически изображенной на фиг.5. Как видно со схемы, в данном случае только одно конструктивное изменение и оно заключается в том, что срез короба конфузора на выходе к лопастям, здесь выполнен под прямым углом по отношению к оси короба конфузора и обозначенный на схеме фиг.5 пунктирной линией SE. Благодаря прямоугольному срезу SE короба ветровода скорость вращения ветроколеса F намного увеличилась. Это было неоспоримо заметно.

Но при разработке предлагаемых коробов ветроводов практически невозможно получить срезы этих коробов на выходе и лопастям под углами в 90° и, поэтому, исходя из взаимосвязей предлагаемой конструкции многоканального направляющего аппарата, срезы коробов ветроводов на выходе к лопастям начиная с нижнего, равного где-то 100° , заканчиваются срезом верхнего короба ветровода под углом уже в 110° по отношению к осям изгибов этих ветроводных коробов.

Со схем фиг.1 и 3 видно, что фермы 8, обшивки этих ферм 9 и направляющая ветра 22 не доходит до внешнего периметра вращающихся лопастей 31, что также способствует более эффективному вращению радиальных лопастей в условиях действия четырех ветровых потоков, направленных по кругу, описанному наружными частями лопастей в четырех направлениях. Короб ветровода 19 воспринимает ветровой поток в ускоренном виде, которое обеспечивается склоном природного или насыпного холма 20 перед электростанцией. Поэтому заборный зев короба ветровода 19 по высоте в конструкции ВЭС выполняется наименьшим. Большой по высоте заборный зев у короба ветровода 16. Здесь

ускоренного склоном ветрового потока практически нет, но длина (по направлению к лопастям) этого ветровода, как и нижнего, большая. Ветроводы 17 и 18 имеют намного меньшую длину. Процессы ускорения и придания ветровым потокам устоявшихся характеристик здесь происходят с меньшим успехом. Следовательно, для обеспечения поступления на лопасти со всех четырех ветроводов 16 - 19 примерно разных по силе ветровых потоков, заборные зевы коробов ветроводов 17 и 18 по высоте конструктивно выполняются наибольшими, что видно со схемы (фиг.1).

Общий вал 5 ветровой электростанции через лопасти 29 - 31 большой и сверх большой парусности воспринимает ускоренные и направленные ветровые потоки с больших вертикальных площадей (имеющих многократное преобладание длины над высотой), включая и поверхность природного или насыпного склона холма перед ветростанцией, накапливает энергию и через редуктор вращает генератор.

При изменении направления ветра на противоположное направляющая ветра 22 отключается от электромагнитных фиксаторов 24 и механически, используя ветровой напор, переводится в другое положение и фиксируется противоположными электромагнитными фиксаторами 24. Жалюзи 25 в ветроводах 16а, 17а и 18а механически закрываются, а в ветроводах 16, 17 и 18 открываются. Одновременно включаются лебедки 33, которые посредством тросов 34 переводят изгибающиеся части лопасти 31 в противоположное положение до упоров 32 и фиксируют их в этом положении тросовым натягом.

При восприятии многоканальными направляющими аппаратами ветровых потоков, направленных под острыми углами по отношению к валу 5 ветровой электростанции, в действие вступают вертикальные перегородки 39 ветроводов 16 - 19. Перегородки 39 не дадут сконцентрироваться всему ветровому потоку у несущих стен 1, а разделят его на несколько (по количеству вертикальных перегородок) менее сконцентрированных ветровых потоков, которые через ветроводы 16 - 19 равномерно и в перпендикулярном к валу 5 направлении уйдут на радиальные лопасти.

При направлении ветра вдоль вала 5 будет работать другая, прямоугольно расположенная часть ветровой электростанции.

При направлении ветра по биссектрисе прямого угла катетов-валов в ту или противоположную сторону будут работать обе части ВЭС и, притом, каждая из них, благодаря вертикальным перегородкам, будет вырабатывать энергии намного больше половины, если за единицу взять количество энергии, вырабатываемой одной из прямоугольно расположенных частей ветровой электростанции при перпендикулярном к валу направлении ветра.

Прямоугольно расположенные части ветровой электростанции нужно размещать одна от другой на расстоянии не менее чем в два раза большем от длины этой отдельно взятой части. Такое расстояние должно быть выдержано потому, что из восьми основных направлений ветра в двух случаях, когда ветер будет направлен по гипотенузе имеющихся катетов-валов в ту или

противоположную сторону, близко расположенные друг от друга части ВЭС будут очень мешать одна другой.

Защита ветровой электростанции от ветров ураганной силы осуществляется путем закрытия всех восьми электропроводов 16 - 19а створчатыми заслонками 27 и также переводением в закрытое состояние всех открытых жалюзи 25.

При очень сильных ветрах уравнивается вращение вала 5 подключением к нему дополнительной нагрузки (генераторов), или путем закрытия некоторой части створчатых заслонок.

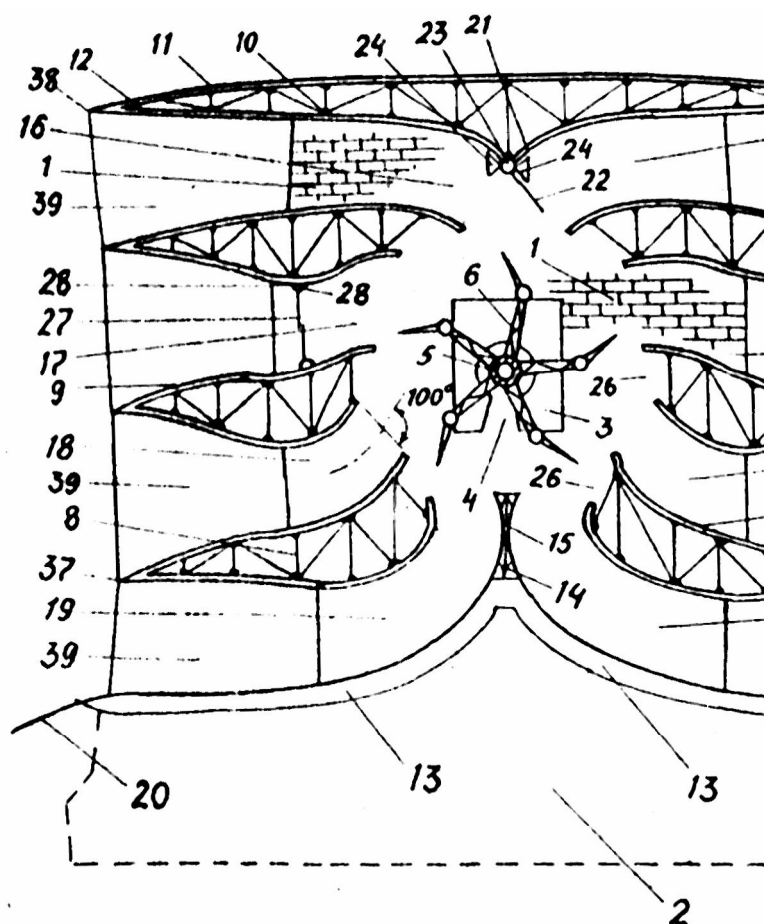
При слабых ветрах радиальные лопасти большой и сверхбольшой парусности способны передать на вал 5 достаточно энергии, чтобы посредством редуктора все же осуществлять выработку электроэнергии, хотя и в меньших количествах.

При полном отсутствии ветра в данной местности, но при единой системе энергоснабжения выручает ВЭС из других регионов, где в это время есть ветер. Можно также рядом с ветровыми электростанциями строить гидроаккумулирующие электростанции, которые при наличии сильных ветров запасут энергию, а потом выручат при безветрии, которое случается редко.

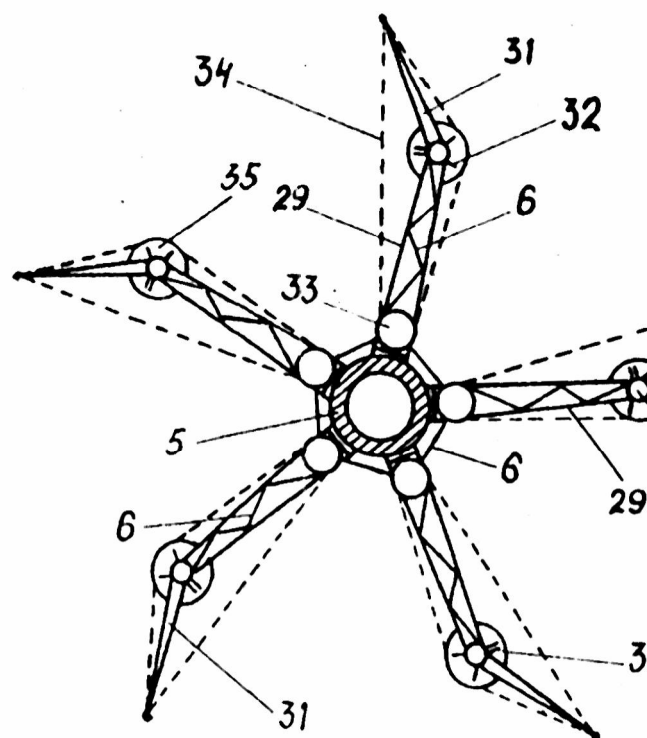
Нижние плоскости всех четырех ветроводов по обе стороны от оси вала постепенно, а потом и более круче восходят вверх, а значит будут надежно препятствовать проникновению к лопастям атмосферных осадков. Этому будет способствовать наличие надежной крыши ветровой электростанции.

Предлагаемая ветровая электростанция будет использовать и перерабатывать в электрическую (тепловую) энергию ветровые потоки, протекающие в непосредственной близости от поверхности земли, что считается наиболее безопасным в экологическом отношении для ветровых электростанций. В сравнении с ГЭС, а особенно с тепловыми и атомными электростанциями, ветровая электростанция будет наиболее экологически безопасна.

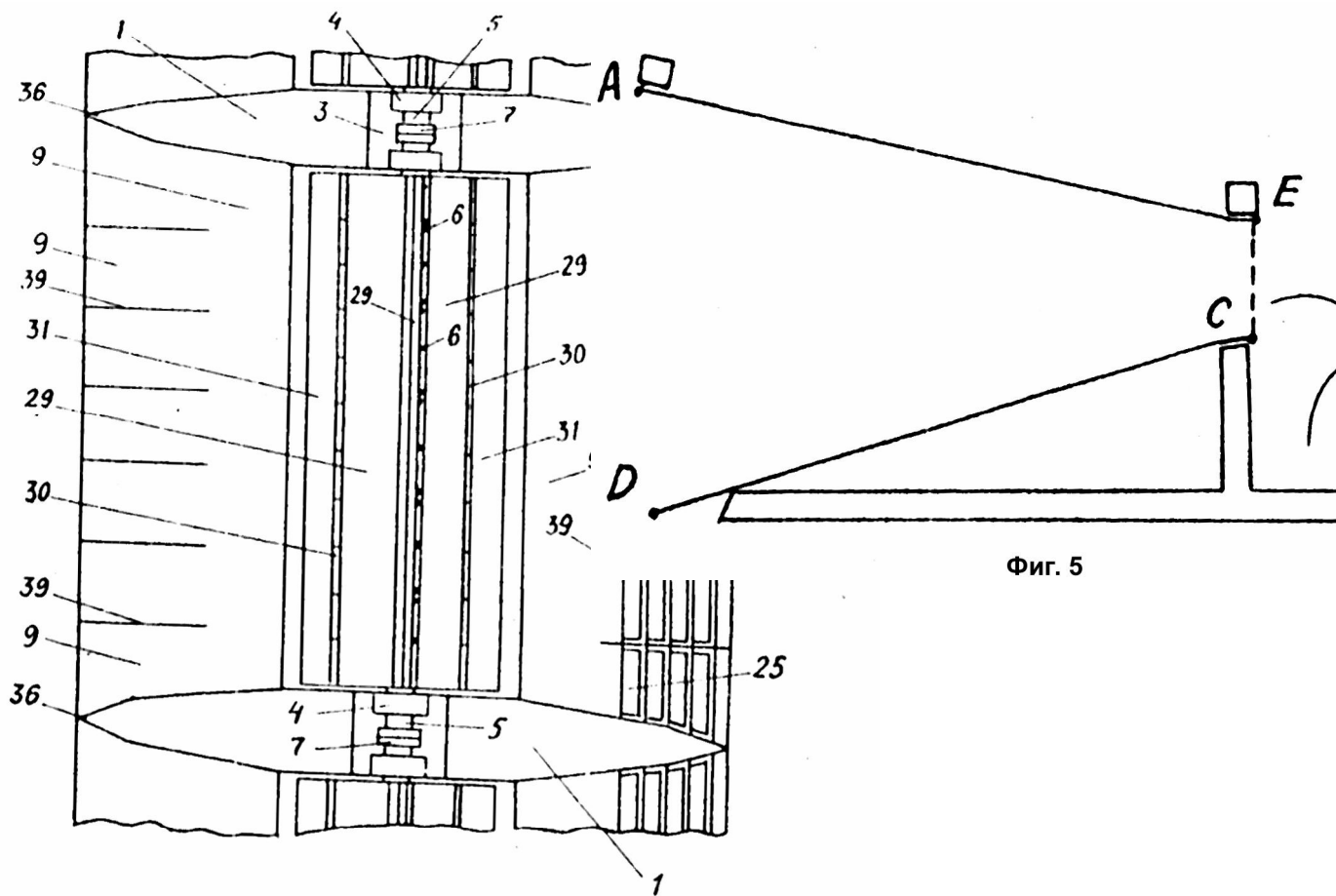
Довольно просто в техническом и строительном отношении построить ветровую электростанцию с диаметром лопастей 10-20 метров и общей длиной вала до одного километра. При этом общая высота ВЭС будет 25 - 50 метров и ширине 32 - 65 метров.



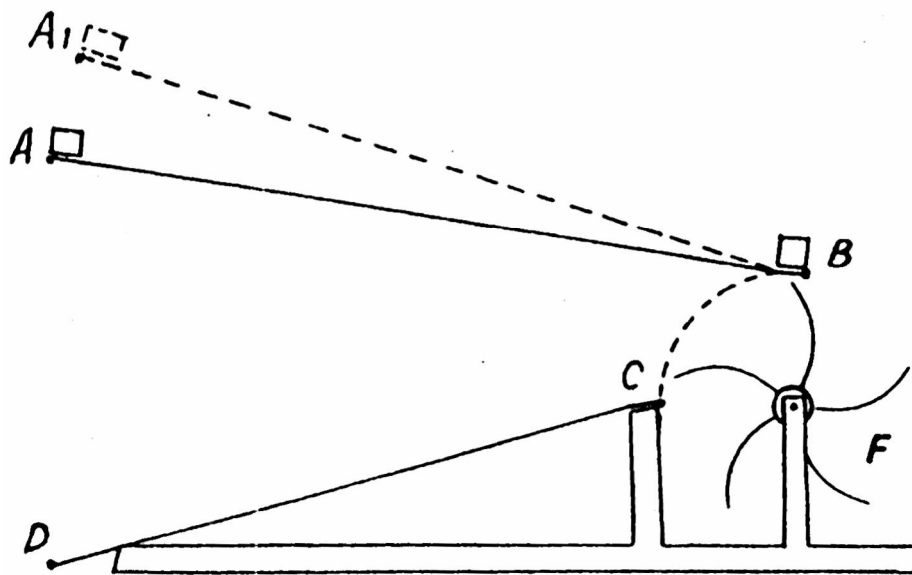
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4