

Изобретение относится к ветроэнергетике и может быть использовано для обеспечения электроэнергией различных потребителей.

Известны ветродвигатели с диффузорным усилителем [1] (ВДУ). Схема ВДУ предусматривала установку обычного ветроколеса в расширяющемся диффузорном патрубке. Наличие диффузора приводит к большому снижению давления за ветроколесом, чем в свободном потоке, вследствие чего увеличивается масса протекающего через него воздуха и, соответственно мощность ветроэлектроустановки (ВЭУ). Коэффициент увеличения мощности достигал 1,9. Целью работ было увеличение мощности без увеличения диаметра ветроколеса для ВЭУ большой мощности и повышение безопасности, благодаря применению невращающегося диффузорного устройства больших размеров. Исследовались короткие диффузоры с большим углом раскрытия (до 60°). Диффузоры выполнены в виде кольцевого крыла, имеющего в радиальном сечении крыльевой профиль МАСА.

Однако, работы американских фирм по разработке ВДУ имели серьезные недостатки:

1. Значительное усложнение и удорожание конструкции, т.к. диффузоры устанавливались на обычные ВЭУ с лопастными ветроколесами, содержащие все традиционные для них элементы,

2. Совершенно необосновано использование крыльевого профиля в сечении диффузора. Такое решение значительно усложняет конструкцию самого диффузора, ни в коей мере не улучшает аэродинамику. Ведь характер обтекания плоского крыла не имеет ничего общего с потоком внутри кольцевой оболочки. Параметры которого определяются не профилем сечения оболочки, а площадью поперечного сечения канала диффузора и законом ее изменения.

3. Низкая эффективность коротких широкоугольных диффузоров.

4. Нет решения проблемы настройки на ветер.

Известен ветродвигатель [2], выбранный прототипом, в котором устранены выше перечисленные недостатки, содержащий корпус с входным конфузуром, горловиной и выходным диффузором, размещенный в корпусе вал, закрепленную на нем в зоне горловины турбину, направляющий аппарат, установленный перед турбиной. Ветродвигатель снабжен поворотной опорой, конфузор установлен на последней, при этом диаметр выхода конфузора определяется из соотношения

$$D_{\text{вых}} = 2,673 D_{\text{вх}}^{0,567} \times \left[\frac{V}{n \cdot \operatorname{tg} \beta (1 - d^2)} \right]^{0,333},$$

где $D_{\text{вых}}$ - диаметр выхода диффузора; $D_{\text{вх}}$ - диаметр входа конфузора; V - расчетная скорость ветра; n - номинальная частота вращения вала электрогенератора; β - угол установки концевой сечения лопасти турбины; $d = D_{\text{вт}}/D_{\text{вых}}$ - втулочное отношение турбины; $D_{\text{вт}}$ - диаметр втулки турбины.

Для прототипа и заявляемого ветродвигателя общими являются следующие существенные признаки: поворотная опора, корпус с входным конфузуром, размещенный в корпусе вал, закрепленная на нем в зоне горловины турбины, регулируемый направляющий аппарат, размещенный в горловине.

Преимуществами известного ветродвигателя - прототипа, являются:

1) более простая конструкция, благодаря отсутствию передачи (мультипликатора), между турбиной и генератором, отсутствию механизма поворота лопаток турбины и системы его регулирования; тонкостенной однослойной конструкции наружного контура (конфузора, горловины, диффузора);

2) устойчивой настройке на ветер, благодаря наличию поворотной опоры.

Однако, получение требуемого технического результата при использовании прототипа невозможно в связи с тем, что указанное в формуле изобретения математическое соотношение размеров ветродвигателя носит общий характер и не дает ответа на вопрос о том, каким должно быть оптимальное соотношение этих размеров, с точки зрения достижения наивысшей эффективности турбины и надежной настройки ветродвигателя на ветер.

Чрезмерно большой диаметр конфузора на входе во-первых, приводит к образованию во внешнем потоке обширной зоны срыва, в которую попадает весь диффузор, что исключает настройку ветродвигателя на ветер; во-вторых, обуславливает большие габариты, металлоемкость и трудоемкость конфузора. Установка конфузора на поворотную опору требует дополнительного усложнения конструкции, в связи с тем, что весь ветродвигатель располагается на консоли, а конфузор не обладает достаточной жесткостью.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования ветродвигателя, в котором за счет изменения соотношения размеров конструктивных элементов и перенесения поворотной опоры на корпус обеспечивается устойчивая (надежная) настройка на ветер, повышение жесткости конструкции, упрощение конструкции, уменьшение ее габаритов, вследствие чего уменьшаются трудоемкость изготовления ветродвигателя и металлоемкость конструкции, и, соответственно, снижается себестоимость ветродвигателя.

Поставленная задача решается тем, что в ветродвигателе, содержащем поворотную опору, корпус с входным конфузуром, горловиной и выходным диффузором, размещенный в корпусе вал, закрепленную на нем в зоне горловины турбину, регулируемый направляющий аппарат, размещенный в горловине, согласно изобретению, на поворотной опоре установлен корпус ветродвигателя, при этом отношение диаметра входа в конфузор к наружному диаметру турбины составляет

$$\frac{D_k}{D_r} \leq 1,15$$

где D_k - диаметр входа в конфузор;

D_r - наружный диаметр турбины, а отношение внутреннего диаметра турбины к наружному составляет

$$\frac{D_{\text{вн}}}{D_r} = 0,3 \pm 0,35$$

где $D_{\text{вн}}$ - внутренний диаметр турбины.

От прототипа заявляемое изобретение отличается тем, что на поворотной опоре установлен корпус

ветродвигателя, при этом отношение диаметра входа в конфузор к наружному диаметру турбины составляет

$$\frac{D_k}{D_T} \leq 1,15$$

где D_k - диаметр входа в конфузор;

D_T - наружный диаметр турбины, а отношение внутреннего диаметра турбины к наружному составляет

$$\frac{D_{вн}}{D_T} = 0,3 \div 0,35$$

где $D_{вн}$ - внутренний диаметр турбины.

В результате использования заявляемого изобретения обеспечивается получение технического результата, заключающегося в обеспечении устойчивой (надежной) настройки ветродвигателя на ветер и в повышенной жесткости соединения его с поворотной опорой, упрощении конструкции, уменьшении габаритов.

Между существенными признаками заявляемого изобретения и достигаемым техническим результатом существует следующая причинно-следственная связь. При ограничении входного диаметра конфузора в заданных пределах срыв внешнего потока быстро локализуется и обеспечивается обтекание диффузора снаружи, что является необходимым условием устойчивой настройки на ветер. Кроме того, уменьшение конфузора приводит к смещению центра аэродинамических давлений назад (к выходу из диффузора), что позволило перенести поворотную опору с конфузора на корпус и тем самым упростить конструкцию и повысить жесткость соединения ветродвигателя с поворотной опорой.

Сущность заявляемого изобретения поясняется чертежом, где изображена принципиальная схема предлагаемого ветродвигателя.

Ветродвигатель содержит входной конфузор 1, соединенный с корпусом 2, в котором расположена турбина 2 и с задним концом которого соединен диффузор 4. В центральной части корпуса 2 установлен генератор 5, на валу которого и закреплена турбина 3. Корпус 2 соединен с поворотной опорой 7. Регулируемый направляющий аппарат 6 размещен в центральной части корпуса 2 перед турбиной 3.

Ветродвигатель работает следующим образом.

Ветровой поток на входе в конфузор 1 разделяется на внешний и внутренний поток. Внешний поток, обтекая диффузор 4, воздействует на него аэродинамическими силами, обеспечивающими настройку на ветер. Внутренний поток, разгоняясь в конфузоре 1, поступает в горловину двигателя, т.е. кольцевое пространство между наружной цилиндрической стенкой корпуса 2 и его центральной частью, затем поток проходит через регулируемый направляющий аппарат 6 и поступает на турбину 3, где кинетическая энергия потока преобразовывается в механическую работу, передаваемую на вал генератора 5. Далее поток поступает в диффузор 4, где он вновь тормозится, благодаря чему за турбиной снижается давление, что и обеспечивает увеличение скорости потока через турбину. Поворотная опора 7 с вертикальной осью, на которой установлен корпус 2, обеспечивает возможность настройки ветродвигателя на ветер, благодаря флюгерному расположению диффузора 4 относительно оси поворотной опоры 7.

В настоящее время изготовлены модели опытные образцы заявляемого ветродвигателя, проведены их экспериментальные исследования в аэродинамических трубах и на полигонах, которые показали работоспособность ветродвигателя и также положительный технический результат и общественно-полезный эффект.

