

Изобретение относится к области ветроэнергетики, в частности, к ортогональным ветроэнергетическим установкам (ВЭУ).

Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому решению и принятым за прототип является ротор ортогональной ветроустановки, содержащий вертикальный вал, закрепленные на нем кронштейны с жестко установленными лопастями крылового незамкнутого профиля, размещенными незамкнутой стороной наружу относительно оси вращения ротора [2].

Такая конструкция ротора обеспечивает его самозапуск и ввод в рабочий режим за счет "ловушек", образованных незамкнутыми полостями лопастей.

Недостатком данного ротора является относительно высокое аэродинамическое сопротивление лопастей, что обусловлено возникновением сравнительно толстого завихренного следа за лопастью, в результате чего снижается коэффициент использования энергии ветра.

Задачей заявляемого изобретения является создание ротора ортогональной ветроустановки с лопастями, обладающими низким аэродинамическим сопротивлением, что позволит увеличить коэффициент использования энергии ветра при сохранении способности ротора к самозапуску при любых числах Рейнольдса.

Указанная задача решается тем, что в роторе ортогональной ветроустановки, содержащем вертикальный вал, закрепленные на нем кронштейны с жестко установленными лопастями крылового незамкнутого профиля, размещенными незамкнутой стороной наружу относительно оси вращения ротора, согласно изобретению, за каждой лопастью с радиальным и окружным зазорами относительно ее задней кромки установлена разделительная пластина, изогнутая по радиусу, величиной не менее радиуса ротора, и расположенная выпуклостью наружу.

Выполнение ротора ВЭУ с лопастями крылового незамкнутого профиля, размещенными незамкнутой стороной наружу относительно оси вращения ротора, обеспечивает его самозапуск и ввод в рабочий режим за счет попадания потока воздуха в "ловушки", образованные незамкнутыми лопастями ротора, а установка разделительной пластины за каждой лопастью позволяет подавлять периодическое образование вихрей, что приводит к снижению частоты срыва вихрей с внешней (незамкнутой) и внутренней (ближе к оси вращения) поверхностей профиля. Тем самым обеспечивается повышение абсолютного давления в аэродинамическом следе и, следовательно, уменьшение сопротивления лопасти, повышение ее аэродинамического качества и увеличение коэффициента использования энергии ветра.

Наличие окружного и радиального зазоров между задней кромкой лопасти и разделительной пластиной позволяет обеспечить расположение последней примерно в средней (по высоте) части вихревого потока, образовавшегося после смыкания за задней кромкой профиля лопасти отрывных течений с внешней и внутренней поверхностей профиля. Тем самым достигается наиболее эффективное действие разделительной пластины.

Изгиб разделительной пластины по радиусу, величиной не менее радиуса ротора, расположение ее выпуклостью наружу обеспечивает наиболее плавное обтекание лопасти ротора с пластиной при ее движении по круговой траектории. Другими словами, форма пластины в плане практически исключает генерацию вихрей этой пластиной, то есть она не увеличивает сопротивление давления. Кроме того, изгиб пластины повышает ее прочность по высоте, что способствует сохранению формы при воздействии центробежных сил.

Что касается сопротивления трения, возникающего при обтекании разделительной пластины, то оно, как известно, определяется режимом течения и размерами обтекаемого тела. Размер пластины в направлении окружной скорости должен быть таким, чтобы потери на трение были существенно меньшими выигрыша, связанного с уменьшением толщины вихревого следа и не приводили к неоправданным затратам материала и увеличению веса ротора.

Сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 изображен предлагаемый ротор ортогональной ветроустановки в поперечном сечении, на фиг.2-сечение А-А фигуры 1, на фиг.3 показана схема потока, воздействующего на лопасть.

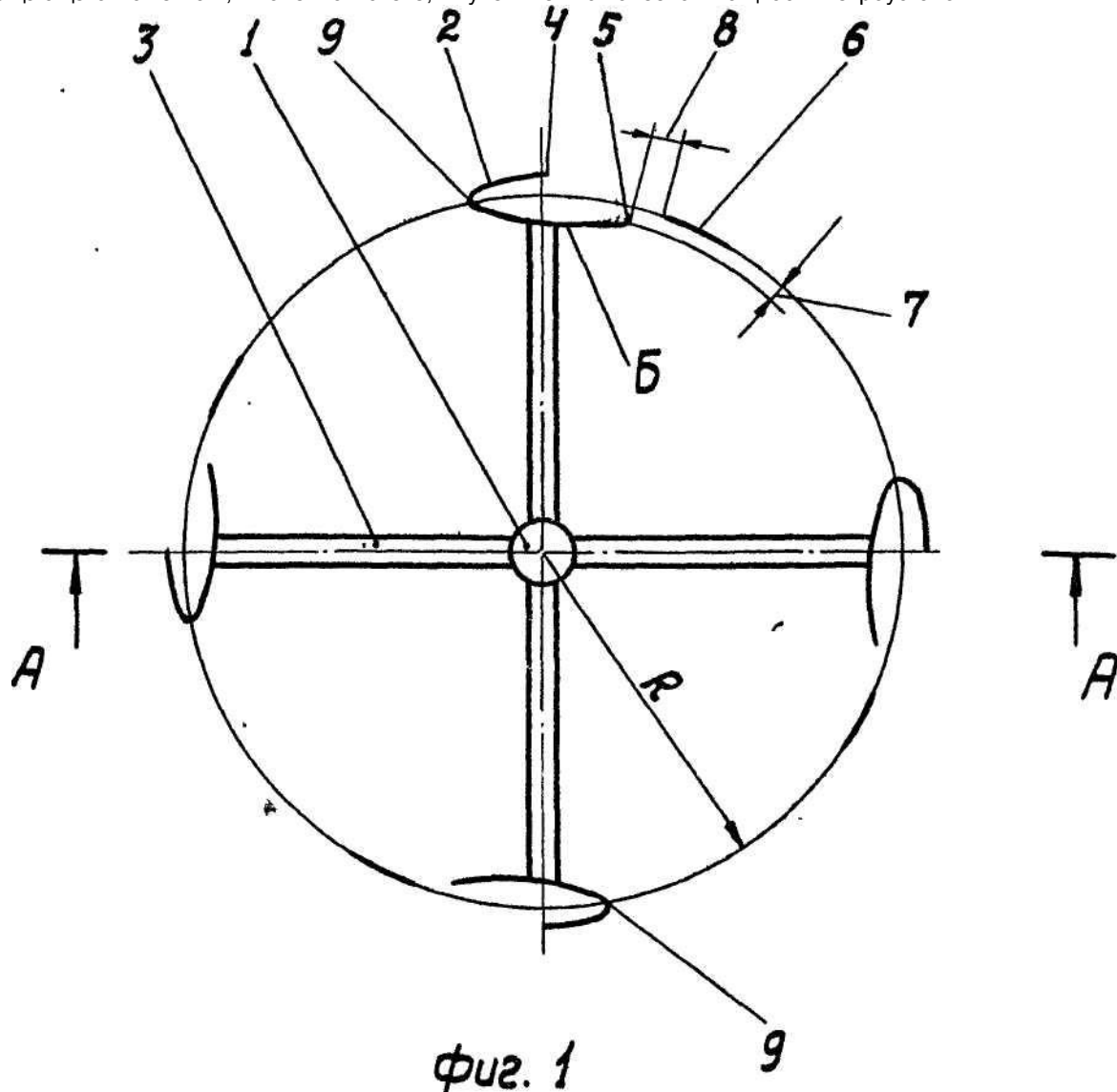
Ротор имеет вертикальный вал 1, снабженный лопастями 2, жестко закрепленными на кронштейнах 3. Лопастей 2 полые, имеют незамкнутый с одной стороны крыловой профиль. Обрыв боковой поверхности лопасти 2 выполнен по кромке 4 в сечении, где толщина профиля наибольшая. Лопастей 2 установлены жестко таким образом, что незамкнутая сторона с кромкой обрыва 4 расположена снаружи ротора, а полнопротяженная боковая поверхность - внутри, т.е. ближе к оси вращения ротора, - она заканчивается задней кромкой 5. Разделительная пластина 6 устанавливается за задней кромкой 5 с радиальным 7 и окружным 9 зазорами. Пластина 6 расположена на большем радиусе от оси вращения, чем задняя кромка 5 (зазор 7) и на некотором расстоянии по окружности - зазор 8. Пластина 6 изогнута по радиусу, величиной не менее радиуса R ротора (радиус ротора - это радиус, на котором находится передняя кромка 9 лопасти 2) и расположена выпуклостью наружу. Размеры зазоров 7 и 8 определяются экспериментальным путем. Лопасть 2 и разделительная пластина 6 жестко соединены между собой посредством перемычек 10 (фиг.2, на фиг. 1 - не показаны) по всей высоте лопасти 2 и пластины 6.

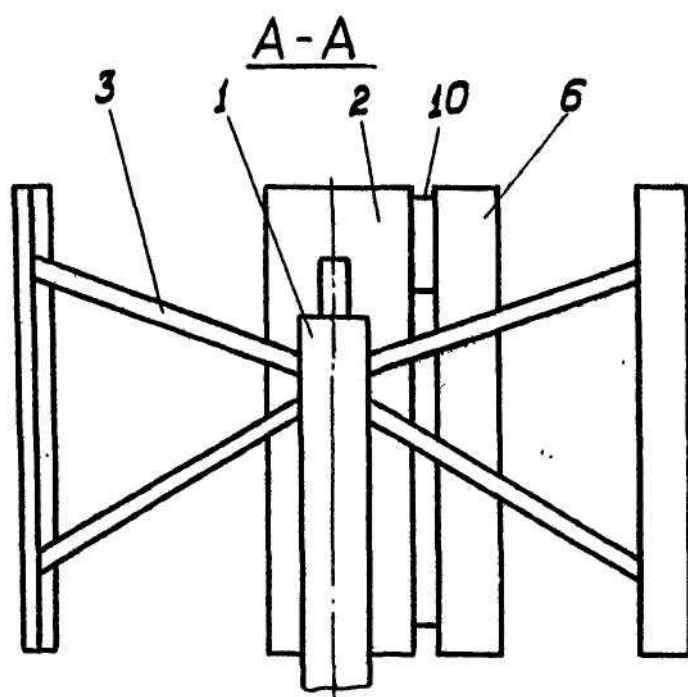
Ротор ВЭУ работает следующим образом.

При наличии естественного ветра форма профиля лопасти 2 обеспечивает самозапуск ротора и его постепенную раскрутку. В некоторый фиксированный момент времени можно определить величину

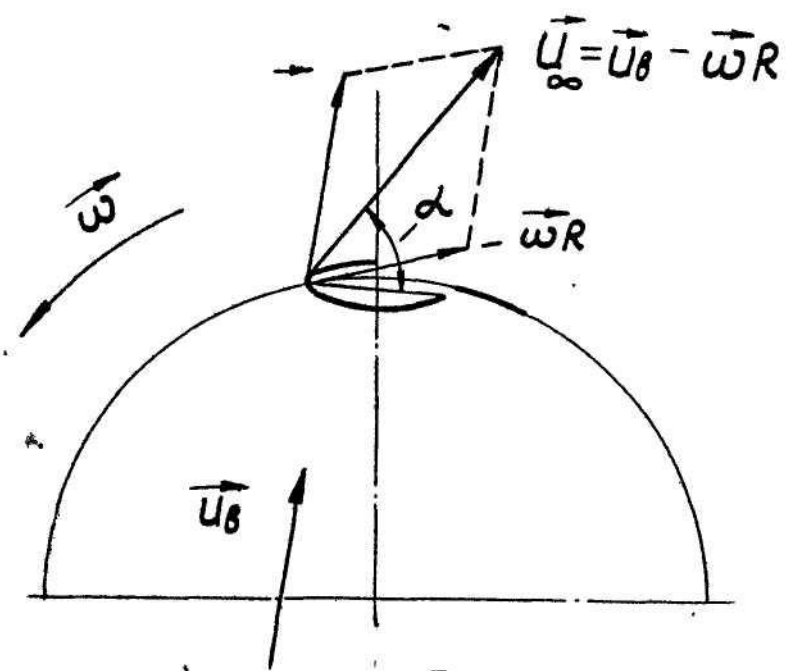
результатирующей скорости потока U_{∞} (как векторную сумму скорости ветра U_{∞} и окружной скорости ωR , ω - угловая скорость вращения ротора, R - его радиус), и соответствующий ей угол атаки α (фиг.3). При обтекании профиля лопасти 2 на его внешней незамкнутой поверхности поток открывается в фиксированной точке 4, а на внутренней поверхности в некоторой точке Б, положение которой определяется углом атаки α профиля и скоростью набегающего потока U_{∞} . Поскольку при вращении ротора скорость U_{∞} и угол атаки α постоянно

изменяются, то положение точки отрыва Б будет нестабильным, в общем случае колеблющимся в точках 4 и Б поочередно срываются вихри, образующийся при этом вихревой след разделяется пластиной 6. Разделительная пластина 6 подавляет периодическое образование вихрей, уменьшает частоту их срыва, при этом повышается донное давление, снижается аэродинамическое сопротивление и повышается аэродинамическое качество профиля. Снижение сопротивления ротора приводит к увеличению его вращающего момента и, в конечном счете, - к увеличению полезной мощности ветроустановки.





фиг. 2



фиг. 3