

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РОТАРА ДАРЬЕ

*В.А. Клименов, д.т.н., профессор,
М.С. Кухта, д.ф.н., профессор,
Р.А. Гросу, аспирант гр. А7-26*

*Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30,
E-mail: grosu94@inbox.ru*

Во время холодной войны и энергетического кризиса 1970-х годов произошел толчок развития ветряных турбин в связи с их потенциалом в производстве электроэнергии, поскольку на ветроэнергетический ресурс не повлияли политические и экономические ограничения. Уже известной в то время технологией ветряных турбин для производства электроэнергии был ротор с горизонтальной осью вращения, впервые разработанный Полом Куром в Дании в 1891 году [1].

До настоящего времени только конфигурация ротора Дарье, считалась такой же эффективной, как горизонтальный ротор, с коэффициентом полезного действия около 0,5 [2,3]. Однако практическая реализация была сложной задачей для исследователей ротора Дарье. В отличие от лопастей горизонтального ротора, которые имеют относительно постоянный угол атаки (УА) набегающего ветра, лопасти вертикальные подвергаются непоследовательному УА, который быстро изменяется между положительным и отрицательным углами. Кроме того, лопасти вертикальные сталкиваются с турбулентным потоком с подветренной стороны из-за вихрей, создаваемых лопастями, проходящими через наветренную сторону. Эти явления ставят перед конструкторами роторов Дарье сложные аэродинамические проблемы, с которыми не сталкиваются горизонтальные лопасти.

После Первой мировой войны Жорж Дарье, французский авиационный инженер, изобрел ветрогенератор с вертикальной осью вращения, приняв профиль крыльев для лопастей. Он запатентовал конструкцию во Франции в 1925 году и в США в 1931 году и описал принцип работы как биомимикрию птичьих крыльев, заявив: «Таким образом, можно придать этим лопастям участок линии потока, аналогичный тому, что у крыльев птиц, то есть предлагая минимальное сопротивление движению вперед и способное преобразовывать в механическую энергию максимально доступное количество энергии жидкости с помощью полезного компонента поперечной тяги, которой подвергается эта секция». Патент охватывал две основные конфигурации: изогнутые и прямые лезвия, как показано на рис.1.

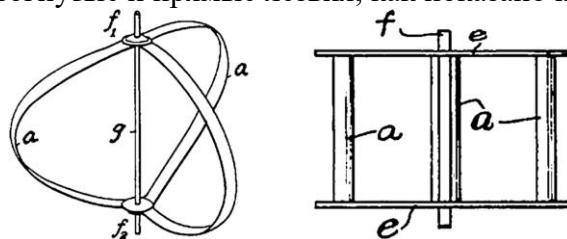


Рис. 1. Оригинальные иллюстрации Ж. Дарье в патенте 1931 года: изогнутые лезвия (слева) и прямые лезвия (справа). Обозначения на рисунке: (а) $\frac{1}{4}$ лопасти, (е) $\frac{1}{4}$ опорные пластины, (f1) и (f2) $\frac{1}{4}$ ступицы, (f) и (g) $\frac{1}{4}$ вал ротора

Ж. Дарриус не упомянул конкретную опорную структуру для своего изобретение в патенте. Однако конфигурация изогнутых лопастей с опоры для кабелей или растяжек были очень популярны из-за интенсивного исследования в США и Канаде. Тем не менее, некоторые поддерживают конструкции были реализованы как для изогнутых, так и для прямых лопаток ротора Дарье, как показано на рис. 2. Хотя иллюстрации на рис. 2 изображены с использованием изогнутых лопаток, это применимо для конфигурации с прямыми лопастями.

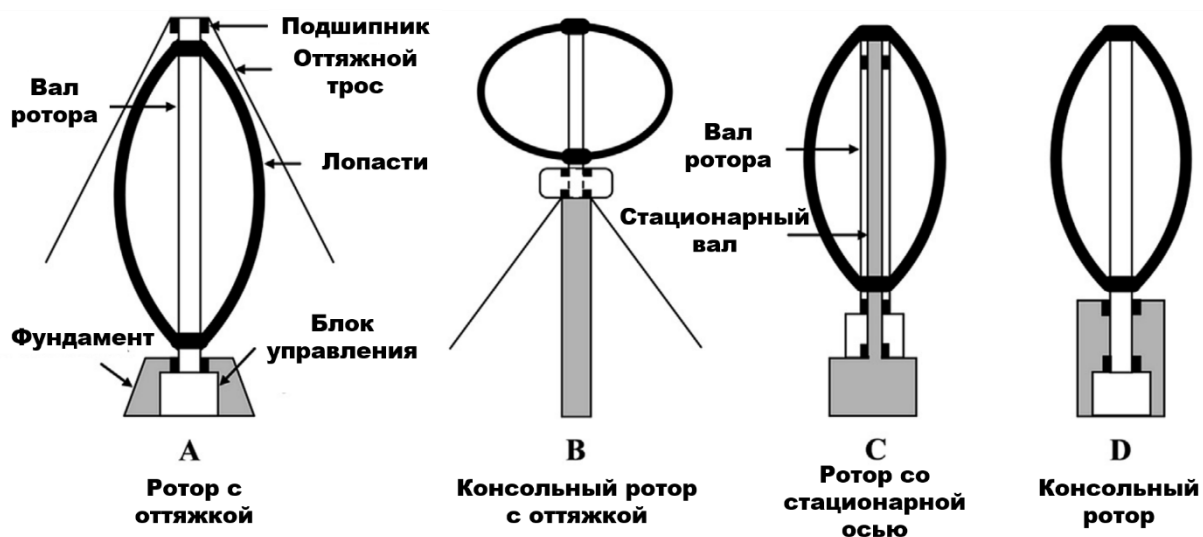


Рис. 2. Типы опорных конструкций для ротора Дарье с изогнутыми и прямыми лопастями

Опора оттяжек (А) широко используется для ф-ротора. Оттяжные тросы не могут быть легко установлены поверх вала ротора в конфигурации с прямыми лопастями без удлинения вала ротора или использования опорных рычагов для тросов. В качестве альтернативы для конфигурации с прямыми лопастями использовалась комбинация консольной опоры и растяжек (В). Опора растяжек в последние годы была менее предпочтительной из-за ряда недостатков, включая повышенную осевую нагрузку на подшипники из-за натяжения проволоки в (А), вибрации индуцируется ротором и ветром, а также требуется большая площадь суши для смонтировать провода [2]. Для установки на мачте (С) требуется индивидуальный генератор для конкретной мачты, поскольку обмотки статора генератора установлены на неподвижном валу мачты, а ротор генератора прикреплен к нижней ступице вала ротора. Кроме того, отношение диаметра неподвижного вала к высоте предпочтительно составляет примерно 0,01-0,02. Консольный ротор (D) был использован с большим успехом. Он имеет ряд преимуществ по сравнению с другими типами из-за простоты изготовления и обслуживания. Производство компонентов является гибким, поскольку трансмиссия не встроена в узлы ротора и статора, как в (С). Кроме того, трансмиссия снимается для упрощения обслуживания на месте [1]. Среди этих четырех типов – консольный ротор, скорее всего, будет доминировать в будущем развитии ротора Дарье.

Список литературы:

1. Ветроэнергетика : пер. с англ. / под ред. Д. де Рензо. — Москва: Энергоатомиздат, 1982. — 271 с.: ил..
2. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: учебное пособие / Р.В. Городов, В.Е. Губин, А.С. Матвеев – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 113 с.
3. Darrieus G.J.M. Turbine having its rotating shaft traverse to the flow of the current, US Patent No. 1,835,018; 1931.
4. Hau E. Wind turbines: fundamental, technologies, application, economics. 2nd ed. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg; 2006.
5. Templin RJ. Design characteristics of the 224 kW Magdalen Islands VAWT. SEE N80e16453 07-44. NASA Lewis Research Center; 1979.
6. Johnson GL. Wind energy systems. Prentice-Hall; 1985.