

УДК 621.313

КОНСТРУКЦИИ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ

Козлов Е.М.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ОЛЕШКЕВИЧ М.М.

Научные консультанты – канд. техн. наук МАКОСКО Ю.В., ОЛЕШКЕВИЧ В.М.

По взаимному положению оси ветроколеса и направлению воздушного потока ветроэнергетические установки подразделяются на: горизонтально-осевые и вертикально-осевые.

Ветроэнергетические установки с горизонтальной осью вращения (рисунок 1) – это в основном ветроколеса пропеллерного (рипеллерного) типа, приводимые во вращение подъёмной силой, действующей на лопасть или крыло с аэродинамическим профилем. Такая установка состоит из собственно пропеллерного ветродвигателя с ветроротором 1, установленного в ветроголовке 2 в подшипниках и электрического генератора 3, соединенного с ветродвигателем через редуктор 4 или непосредственно. Ветроголовка устанавливается на мачте 7 с возможностью поворота. Лопасти ветроротора могут поворачиваться вокруг своих осей с целью управления. Ветроголовка расположена на поворотной платформе 5 с электроприводом для ориентирования по ветру. Измерение скорости и направления ветра осуществляется измерительным устройством 6. Горизонтально-осевые установки с пропеллерным ветродвигателем имеют высокий коэффициент использования мощности ветрового потока – теоретически его величина равна 0,59. Практически достигнутые значения коэффициента, однако, не превышают 0,3–0,4. Существенными недостатками такого двигателя является необходимость расположения тяжелого электрического генератора и редуктора в ветроголовке на высоте установки и необходимость ориентирования ветроустановки по ветру.

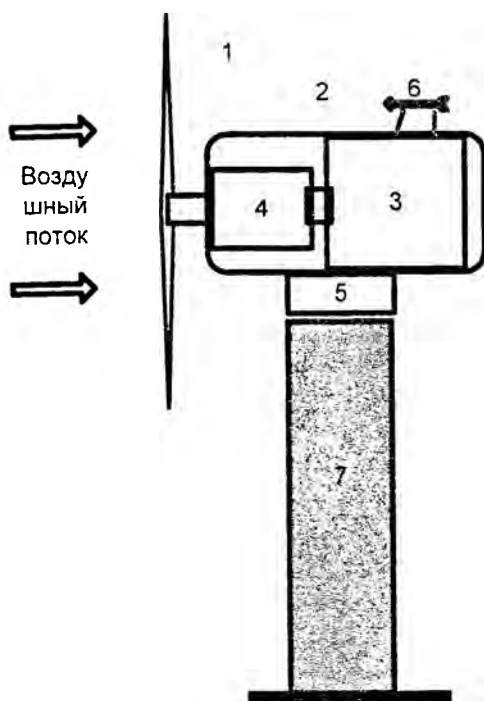


Рисунок 1. Ветроэнергетическая установка с горизонтально-осевым ротором:
1 – лопасти ветродвигателя; 2 – ветроголовка;
3 – электрический генератор; 4 – редуктор;
5 – поворотная платформа с электроприводом;
6 – измерительное устройство; 7 – башня

Ветроэнергетические установки с вертикальной осью находятся в рабочем положении при любом направлении ветра и не требуют ориентирования и позволяют ус-

танавливать генератор внизу (рисунок 2). Недостатки таких установок – большая подверженность усталостным разрушениям из-за возникающих колебательных процессов и пульсации вращающего момента, приводящая к нестабильности выходных параметров генератора, а также низкая эффективность преобразования ветрового потока в установках, использующих силу сопротивления. Установки с вертикальной осью вращения: ротор Савониуса (рисунок 2), ротор Дарье (рисунок 3а), ротор Эванса (рисунок 3б), ротор с откидными пластинами (рисунок 4а), роторная ветроэнергетическая установка с вертикально-осевым ротором Флеттнера (рисунок 4б).

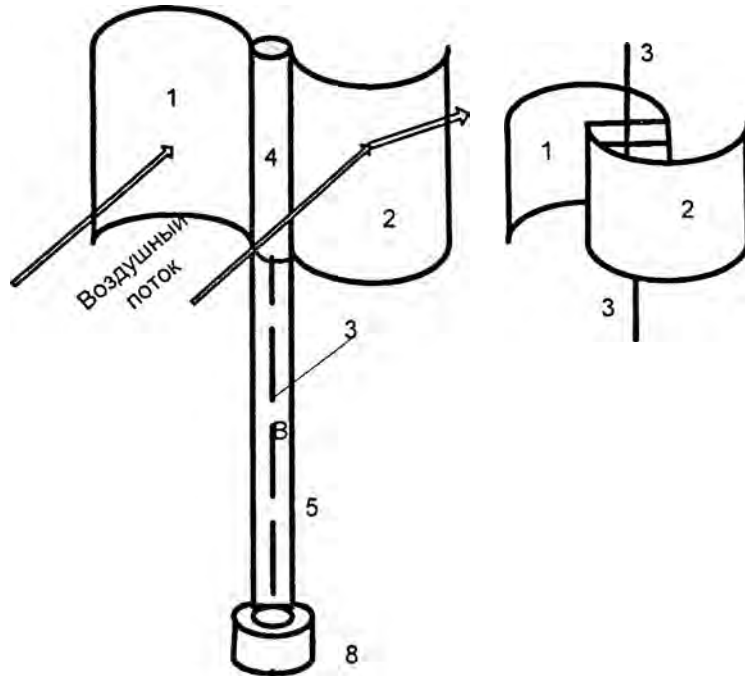


Рисунок 2. Ветроэнергетическая установка с вертикально-осевым ротором Савониуса: 1 и 2 – лопасти, установленные на вращающейся ветроголовке; 3 и 4 – вертикальный вал; 5 – башня; 6 – электрический генератор

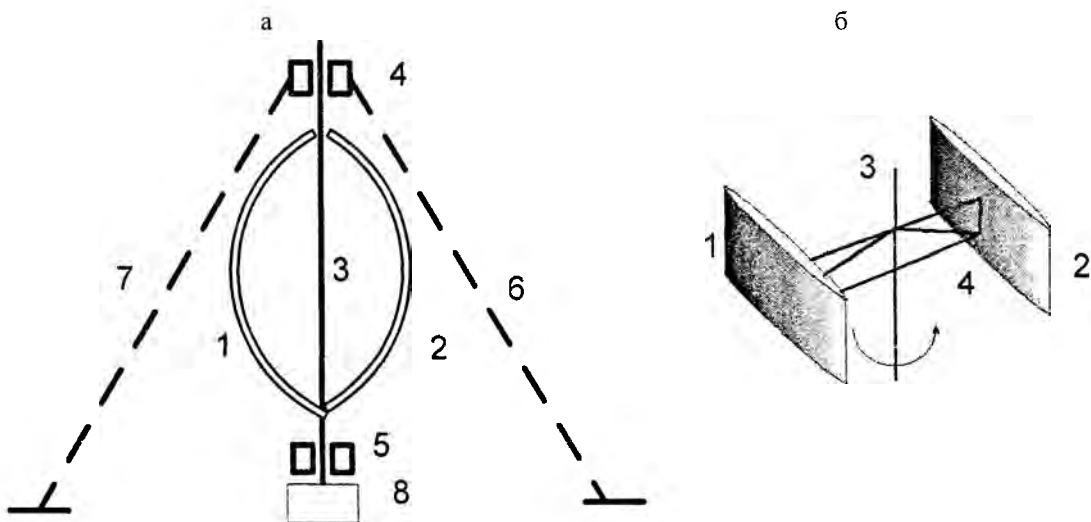


Рисунок 3. а – ротор Дарье: 1 и 2 – лопасти; 3 – вертикальный вал; 4 и 5 – подшипниковые узлы; 6 и 7 – растяжки; 8 – генератор; б – ротор Эванса: 1 и 2 – лопасти; 3 – вертикальный вал; 4 – ось поворота лопастей

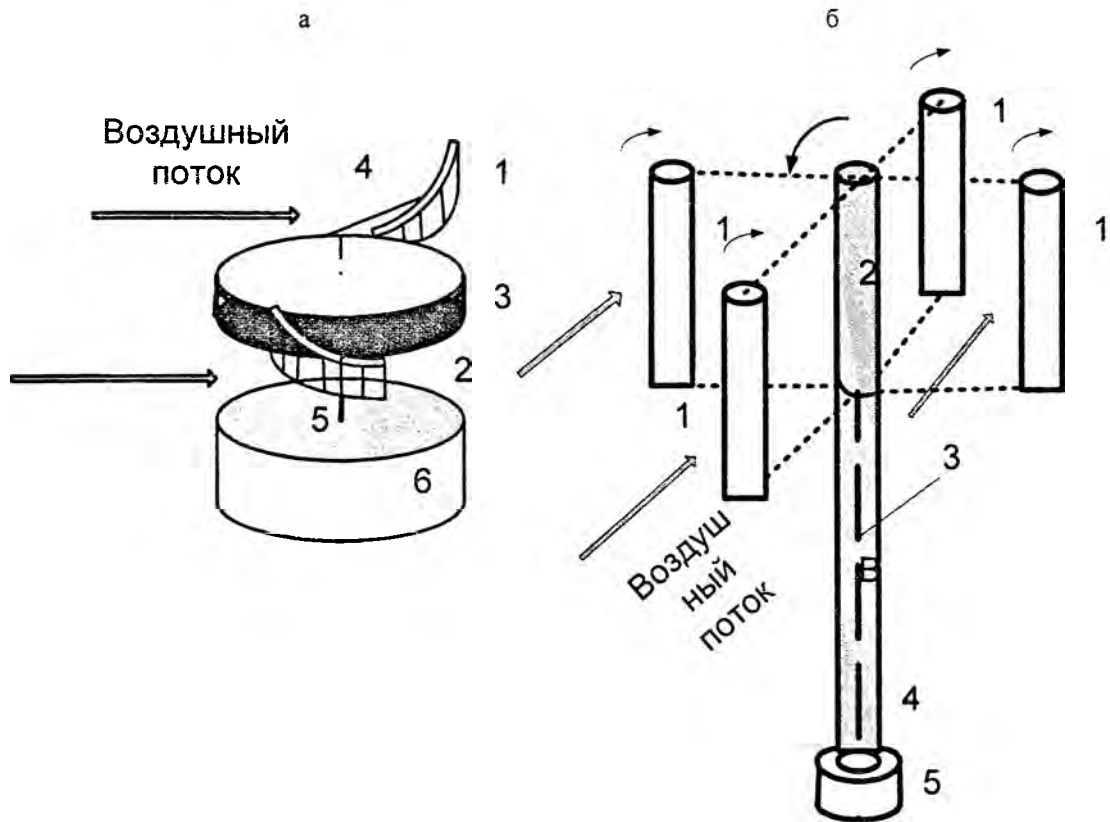


Рисунок 4. а – ротор с откидными пластинами: 1 и 2 – откидные пластины-лопасти; 3 – ветроротор; 4 – пружины; 5 – вертикальный вал; 6 – электрический генератор; б – роторная ветроэнергетическая установка с вертикально-осевым ротором Флеттнера: 1 – лопасти, установленные на вращающейся ветроголовке; 2 и 3 – вертикальный вал; 4 – башня; 5 – генератор

Мощность ветродвигателя, использующего силу сопротивления, определяется исходя из того, что ветровой поток воздействует одновременно на две лопасти. Одна из них оказывает большое сопротивление потоку и является рабочей и вращает ветроколесо, другая обтекаемая тоже оказывает сопротивление потоку, но действует навстречу направлению вращения (рисунок 5).

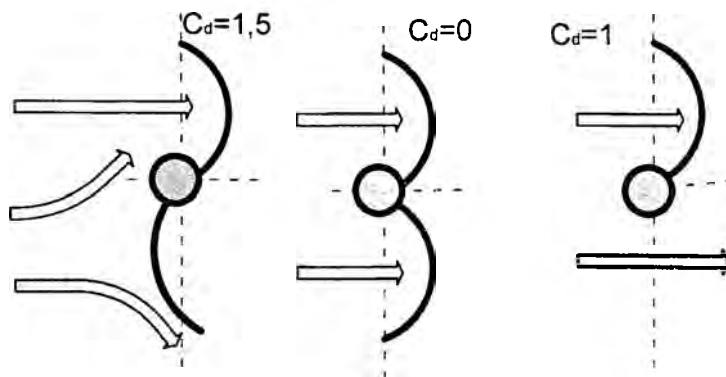


Рисунок 5. К расчету коэффициента мощности вертикально-осевого ветродвигателя

Развиваемая ветроколесом мощность с учетом того, что рабочая поверхность ветроколеса равна половине ометаемой площади

$$P = c_p \rho S \frac{V^3}{2},$$

где c_p – коэффициент использования мощности потока

$$c_p = c_d a(1-a)^2.$$

Его максимальное значение соответствует $a = \frac{1}{3}$ и $c_d = 1,5$. Оно равно 0,22 по сравнению с максимальным значением этого коэффициента для горизонтально-осевого пропеллерного ветродвигателя, которое составляет 0,59. Некоторое повышение c_p возможно путем увеличения заполнения площади ветроколеса, применением направляющих аппаратов или одновременным применением силы сопротивления и подъемной силы.

Литература

1. Олешкевич, М.М., Лосяк, Ю.А. Нетрадиционные источники энергии: Учебно-методическое пособие для студентов вузов. – Минск: БГПА, 2001.

УДК 621.313

ПРОИЗВОДСТВО И ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В XXI ВЕКЕ

Жебрик О.З.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ОЛЕШКЕВИЧ М.М.

Традиционные источники энергии – уголь, газ, нефть, ядерное топливо – во все возрастающих масштабах добываются и сжигаются для получения энергии на электростанциях и на транспорте.

В 1960 году добыча энергоресурсов в мире составила 5 млрд. т у.т.

В 1986 году добыто энергоресурсов более 10 млрд. т у.т., произведено около 10 триллионов кВт·ч электроэнергии, из них в СССР – 1,6 триллиона кВт·ч, в Беларуси 0,035 триллиона кВт·ч (потребление – 0,05 триллиона). На топливосжигающих электростанциях мира произведено 63,7 % энергии, на ГЭС 20,4 %, на АЭС 15,3 %, на Гео-ГЭС, ветроЭС, солнечных ЭС и др. 0,3 %.

В 2000 году добыча энергоресурсов достигла 25 млрд. т у.т., в том числе: 27 % уголь, 35 % нефть (5,5 млрд. т), 13 % газ природный (2 400 млрд. м³), 13 % ядерное топливо – уран, возобновляемые энергоресурсы 12 % (1 т у.т. – это 29,3 МДж/кг, газ – 36 МДж/кг).

Запасы энергоносителей истощаются. По разным оценкам их хватит: газа на 50–100 лет, нефти – на 60–120 лет, угля – на 270–500 лет.

Предполагается, что к 2020 году добыча нефти возрастет до 8,4 млрд. т, а добыча газа – до 3 600 млрд. м³.

Крупнейшие в мире топливосжигающие электростанции:

- Сургутская-2 (СССР) – 4 млн. кВт – природный газ;
- Касима (Япония) – 4,4 млн. кВт – уголь;
- Дрекс (Великобритания) – 4,3 млн. кВт – уголь, дизельное топливо;
- Нантикоук (Канада) – 4 млн. кВт – уголь;
- Экибастузская-1 (Россия) – 4 млн. кВт – уголь.

Крупнейшие атомные электростанции: