

*Ст. препод. Миколайчук В. А.
аспирант Проскурина И. В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕТРОКОЛЕСА МНОГОЛОПАСТНЫХ ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ

В даній статті запропонована методика вибору та розрахунку форми профілю лопасті багатолопастих вітрогенераторів, яка може використовуватися в практичному застосуванні.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами.

Современная ветроэнергетика является одной из наиболее перспективных отраслей альтернативной энергетики и по прогнозам к 2010 году ветровая энергия будет удовлетворять в разных странах мира от 2 до 25 % электроэнергетической потребности.

Потенция энергии ветра в пределах территории Украины в 1500-2000 раз превышает ее нынешние потребности в электроэнергии. Развитию ветроэнергетики в Украине значительно способствует Указ Президента №159/96 от 02.03.1996г. «О строительстве ветровых электростанций», на основании которого правительством Украины создана целевая программа серийного производства ветроэнергетических агрегатов. Согласно этой программы до 2010 года планируется построить ветровые электростанции, суммарная мощность которых составляет 2% в общем балансе электроэнергетики страны.

Анализ исследований и публикаций.

Помимо разработки оригинальных конструкций ветроэнергетических агрегатов мощностью 500, 250, 220 кВт, в Украине в настоящее время разработано целое семейство горизонтально-осевых ветроагрегатов малой мощности от 1 до 10 кВт для автономной работы и снабжения энергией объектов, удаленных от энергосети. К таким установкам относятся ветроагрегаты АВЭ-6-4М, ВЭУ-10-10, АВЭ-2-4,5, ВЭУ-200 и другие [1].

Постановка задачи.

В настоящей работе сделана попытка упростить методику аэродинамического расчета ветроколеса для многолопастных ветроагрегатов малой мощности, предложенную в работе [2].

Изложение материала и его результаты.

Аэродинамические характеристики колеса изменяются в зависимости от числа и формы лопастей, а также положения лопастей в потоке ветра. Испытания на моделях показали, что обтекаемый профиль лопасти повышает коэффициент использования энергии ветра в большей мере, чем переменный угол заклеяния. Объясняется это тем, что чем лучше обтекаемость профиля лопасти, тем меньше силы сопротивления, которые затормаживают вращение ветроколеса. Кроме того, хорошая обтекаемость лопасти, хотя бы с одной лишь задней стороны, позволяет потоку ветра в этой части протекать с более высокими скоростями без завихрений, вызывая большую объемную силу.

Учитывая изложенное, для определения оптимальной формы профиля лопасти предлагается использовать зависимость максимального коэффициента подъемной силы $C_{y\max}$ от отношения ширины лопасти к высоте дужки m , приведенную на рисунке 1.

Как видно из графика, интерес для практического использования представляет та часть этой зависимости, которая соответствует интервалу $C_{y\max} = 1,1 \dots 1,5$. Выбрав в этом интервале $C_{y\max}$ по графику определяем величину m . Тогда из геометрических соотношений для любого радиуса r_k ветроколеса можно определить оптимальные размеры ширины элемента сечения лопасти по хорде

$$b_k = l_k \sqrt{\frac{3m^2}{3m^2 + 16}} \quad (1)$$

и высоты дужки

$$h_k = l_k \sqrt{\frac{3}{3m^2 + 16}}, \quad (2)$$

где l_k – ширина элемента равнобочной трапецеидальной заготовки лопасти на том же радиусе r_k

$$l_k = l_o + \frac{(l - l_o)(r_k - r_o)}{R - r_o}, \quad (3)$$

где r_o и R – расстояние от оси ветроколеса до начала и конца лопасти; l_o и l – ширина заготовки лопасти на радиусах r_o и R соответственно.

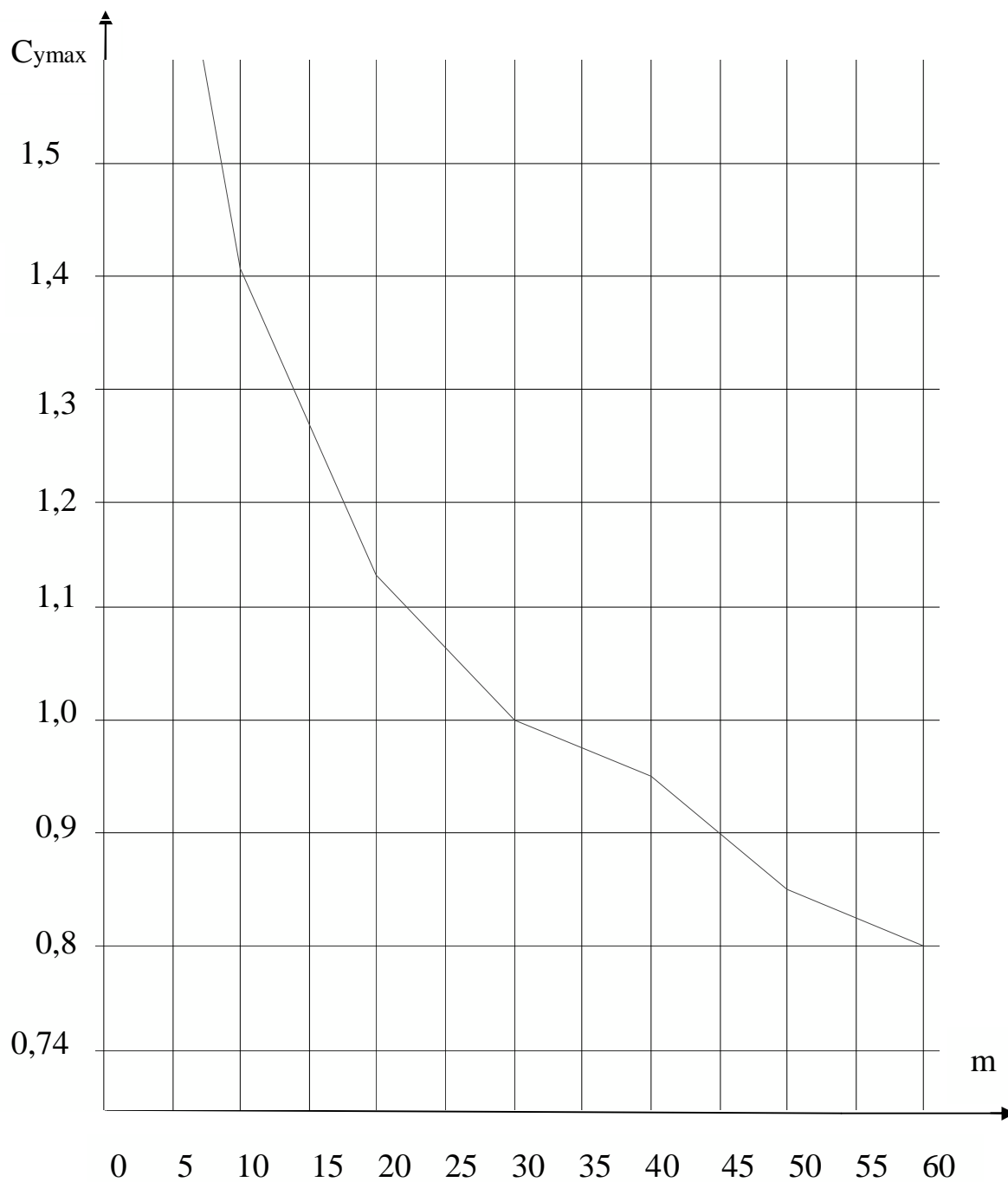


Рисунок 1 – Зависимость максимального коэффициента подъемной силы $C_{y_{max}}$ от m – отношения ширины лопасти к высоте дужки

Радиус кривизны данного элемента сечения лопасти равен

$$\rho_k = l_k \left(\frac{m^2 + 4}{8} \right) \sqrt{\frac{3}{3m^2 + 16}} \quad (4)$$

Таблица 1 – Геометрические и аэродинамические параметры ветроколеса многолопастного ветроагрегата ВДММ – 4

Координата элемента сечения лопасти на радиусе r ветроколеса, мм	Ширина l элемента заготовки лопасти на радиусе r ветроколеса, мм	Параметры									
		Z	h , мм	b , мм	ρ , мм	Z_u	μ	C_y	β	α	φ
800	220	0,4	14,5	217	415	0,879	0,155	1,492	48°41'	3°41'	45°
1700	445	0,85	29,3	440	839	1,376	0,259	0,773	36°	14°	22°
2000	520	1,0	34,3	514	982	1,557	0,253	0,647	32°42'	15°42'	45°

По методике приведенной в [2] с использованием зависимости $C_{y_{\max}} = f(m)$ и формул (1)...(4) был выполнен аэродинамический расчет ветроколеса диаметром $D = 4000$ мм и длиной лопастей $L = 120$ мм для ветроагрегата малой мощности ВДММ-4. При этом был получен максимальный коэффициент использования энергии ветра $\xi = 0,285$. Геометрические размеры профиля лопасти и аэродинамические параметры данного ветроколеса приведены в таблице 1, где Z – число модулей элементов лопасти на радиусе r ; Z_u – число относительных модулей; μ – величина, обратная качеству крыла; C_y – коэффициент подъемной силы; β – угол протекания струй воздуха; α – угол атаки профиля; φ – угол заклинения лопасти.

Выводы и направления дальнейших исследований.

Предложенная методика выбора и расчета формы профиля лопасти в значительной мере упрощает аэродинамический расчет ветроколеса особенно для многолопастных ветроагрегатов и может быть рекомендована для практического применения при их проектировании.

В данной статье предложена методика выбора и расчета формы профиля лопасти многолопастных ветрогенераторов, которая может использоваться в практическом применении.

In this article is proposed the method of choice and calculation the profile form of blades of multi – blade wind generators, which can be used in practice.

Библиографический список

1. Яхно О.М., Таурит Т.Г., Грабар И.Г. *Ветроэнергетика: конструирование и расчет ВЭУ: Учебное пособие.* – Житомир: ЖГТУ, 2002. – 255с.
2. *Ветродвигатели и ветроустановки: Учебное пособие / Е.М. Фатеев.* – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Сельхозгиз, 1957. – 536с.: ил.