

МЕТОД ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ВЫБОРА РАЗМЕРОВ ВЕТРОТУРБИНЫ С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ.

А.И.Яковлев, докт.техн.наук, профессор;

М.А.Затучная, ст.научн.сотр.

Обеспечение необходимой мощности на валу ветротурбины с вертикальной осью вращения при заданной скорости ветра непосредственно связано с выбором диаметра рабочего колеса. С целью обобщения и анализа имеющихся в литературе экспериментальных данных, например, в Каталоге /1/, касающихся зависимости диаметра рабочего колеса от его номинальной мощности, в настоящей работе предварительно было осуществлено приведение мощности ветротурбин с вертикальной осью вращения /1/ к единой скорости ветра - к 10 м/с. На рис. 1 в полулוגарифмической системе координат нанесены 19 точек, абсцисса которых соответствует мощности P , выраженной в киловаттах, а ордината - диаметру ротора D , выраженному в метрах, скорость ветра составляет 10 м/с. Точки, помеченные заполненными кружочками, относятся к колесам с прямыми лопастями, точки, помеченные пустыми кружочками, относятся к колесам типа Дарье. Аппроксимирующую функцию ищем в виде:

$$y = ae^{ex} + ce^{sx}, \quad (1)$$

где $x = \lg P$, $y = D$. Неизвестные 4 параметра функции $y = f(x)$ могут быть найдены по методу наименьших квадратов, причем получающаяся на промежуточной стадии система нелинейных уравнений решается методом последовательных приближений Ньютона. Указанный метод был реализован программой на языке Фортран для ПЭВМ типа IBM. В результате получены зависимости:

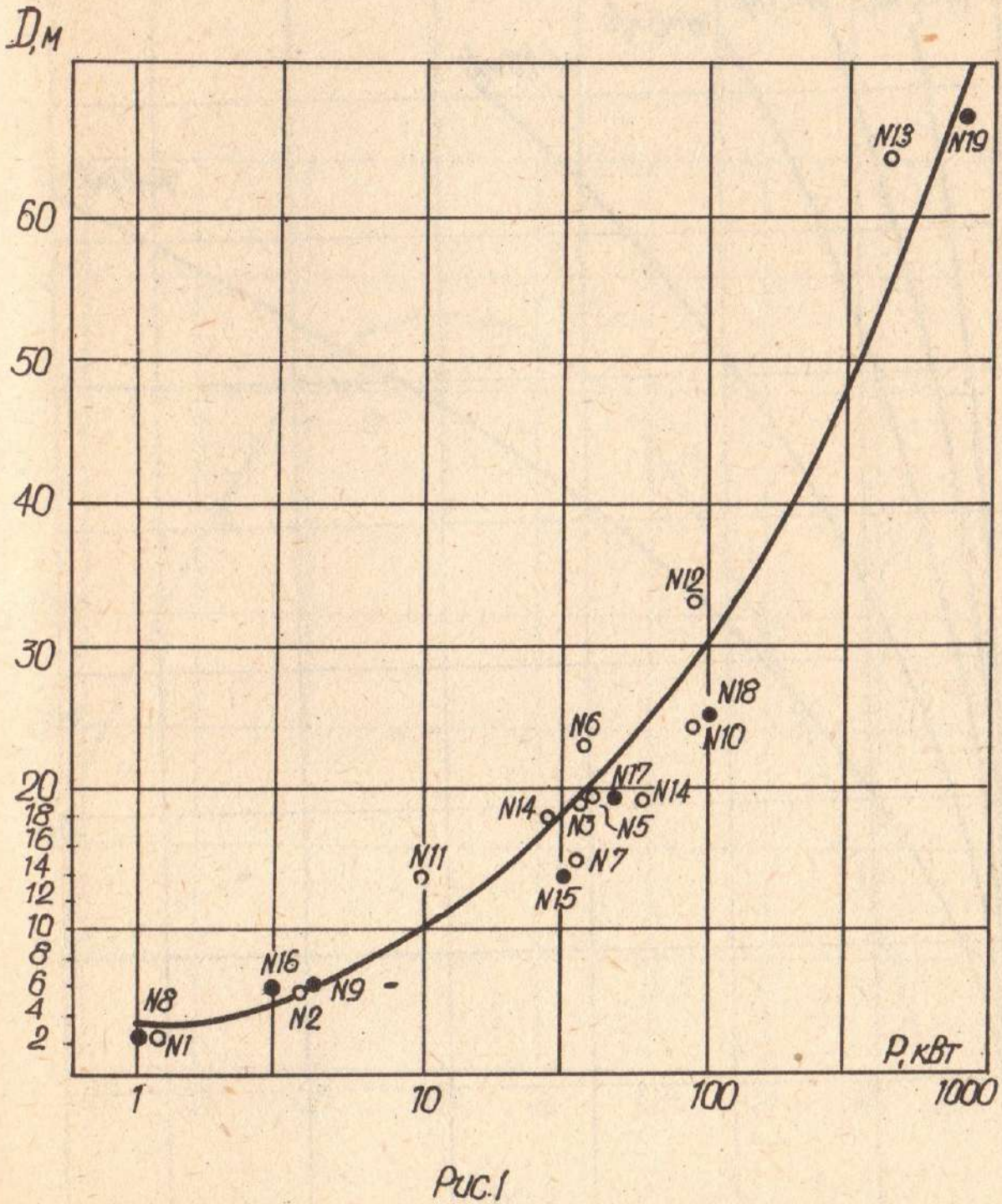
а) для колес с вертикальной осью и с плоскими лопастями

$$D = 1,94 \times (10/W)^{1,509} \times P^{0,503} + 1,44 \times (10/W)^{0,922} \times P^{0,307} \quad (2)$$

б) для колес с вертикальной осью, но типа Дарье

$$D = -14,05 \times (10/W)^{0,868} \times P^{0,289} + 16,99 \times (10/W)^{1,035} \times P^{0,344} \quad (3)$$

Аппроксимация экспериментальных данных, приведенных
к скорости ветра 10 м/с
(Полулогарифмическая система координат)



Зависимость диаметра ветроколеса от номинальной мощности для различных скоростей ветра.

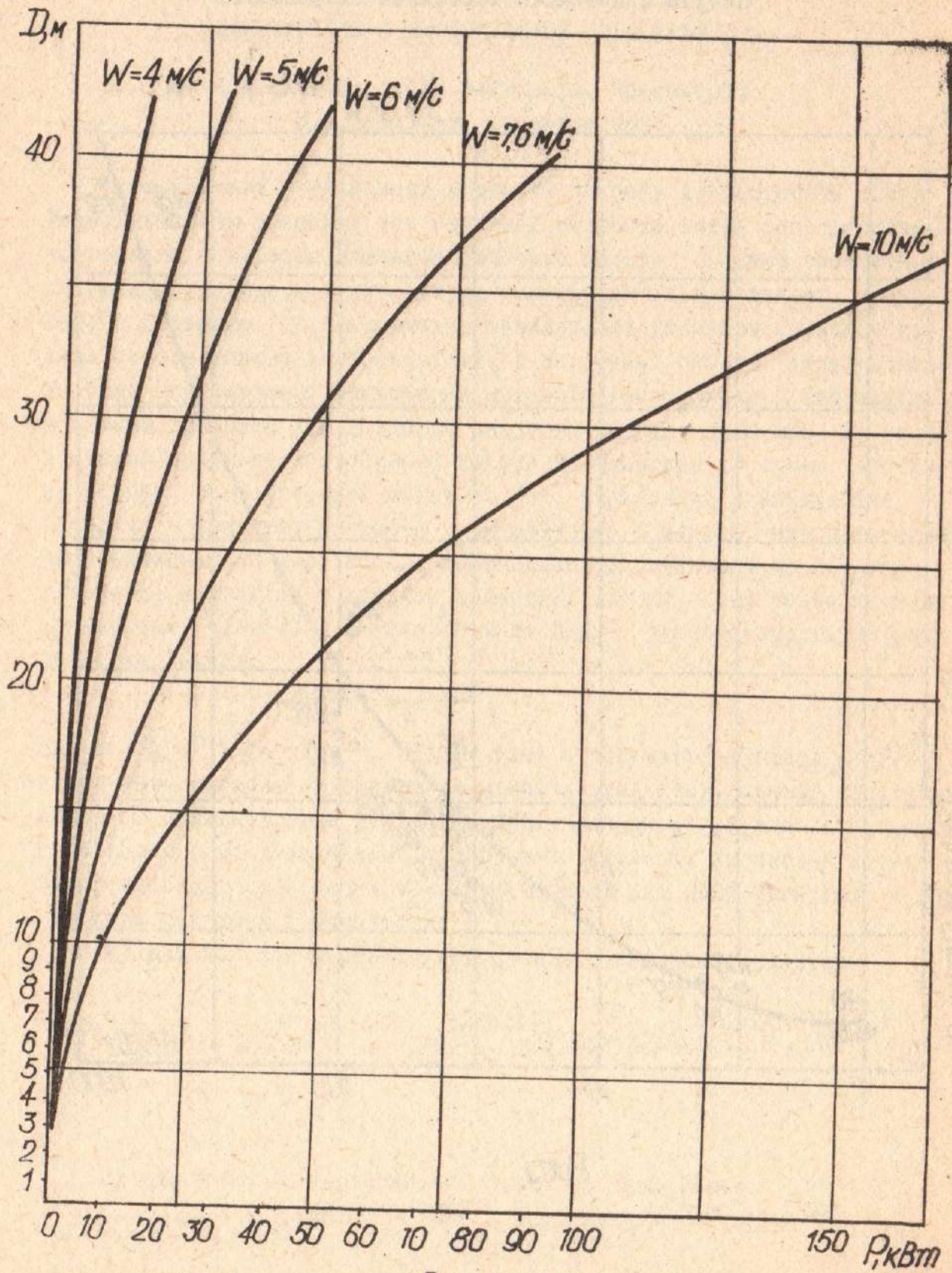


Рис. 2

Ротор Савониуса.
Аппроксимация экспериментальной зависимости

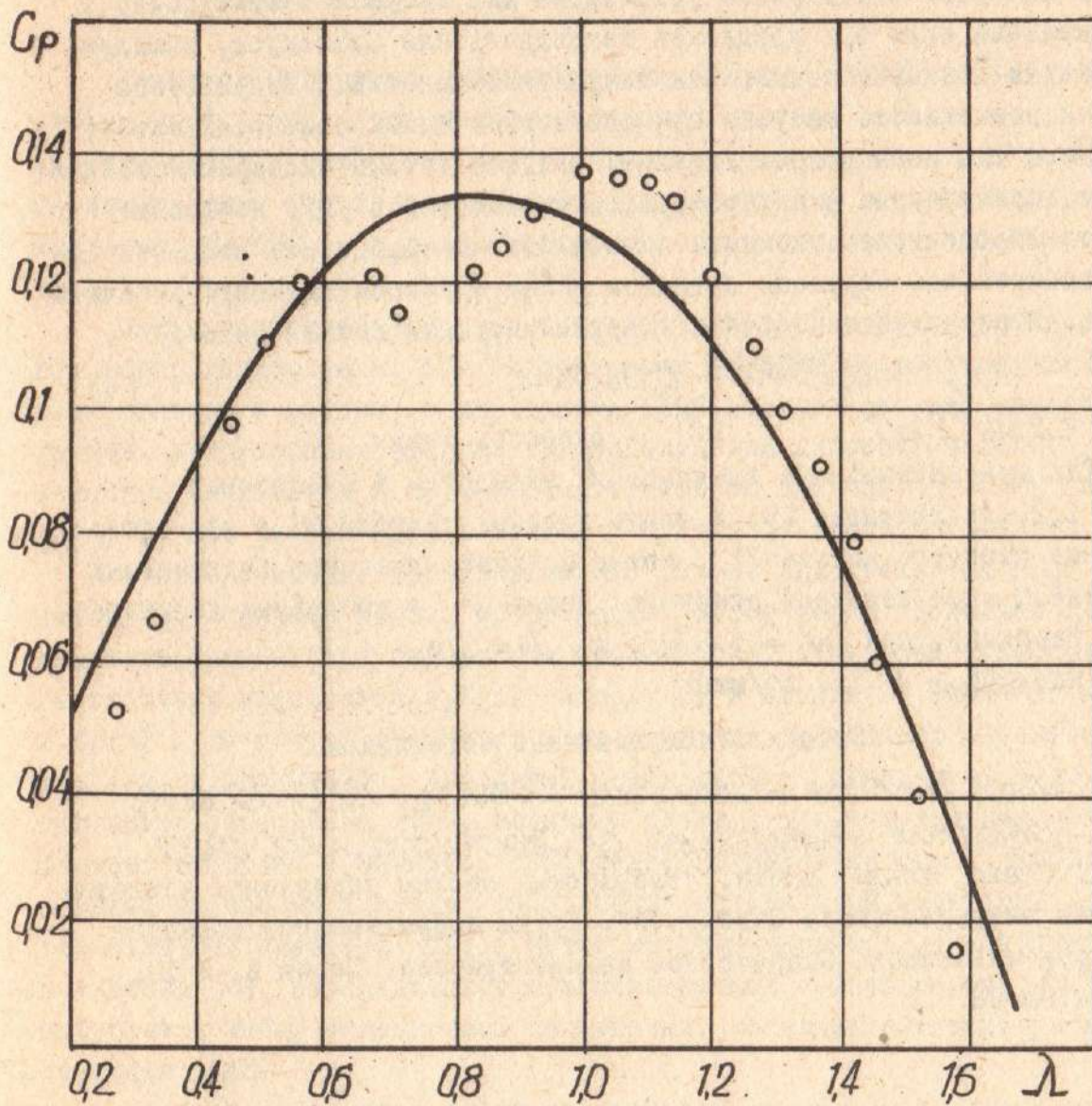


Рис. 3

Расчетные кривые для различных скоростей ветра в соответствии с формулой (3) приведены на рис.2.

Сравнение для скорости ветра 5.2 м/с и мощности $P = 5$ кВт показывает, что исполнение колеса с прямыми лопастями дает уменьшение диаметра на 15 %, по сравнению с исполнением колеса с изогнутыми лопастями, т.е. колеса типа Дарья.

В качестве стартерного устройства для запуска ветротурбины с вертикальной осью был предложен ветродвигатель Савониуса, обладающий такими преимуществами, как нечувствительность к направлению ветра и возможность запуска при достаточно малых скоростях ветра, что важно для розы ветров Украины. Многочисленные экспериментальные данные, приведенные в литературе, в частности, в [2], позволяют сделать обобщение в отношении зависимости коэффициента мощности C_p от относительной окружной скорости λ на наружном диаметре рабочего колеса. В результате получена аппроксимирующая кривая (рис.3)

$$C_p = -0,1814\lambda^2 + 0,3099\lambda, \quad (4)$$

где $\lambda = D\omega / (2W)$, W - скорость ветра (5)

Так как оптимальные значения λ находятся в диапазоне: 0,8 - 1,2, то учитывая (5) и связь угловой частоты ω с частотой вращения рабочего колеса n , можно получить диапазон оптимальных значений n при заданной скорости ветра W и выбранном диаметре D . Например, при $W = 5.5$ м/с и $D = 1$ м $84 \text{ об/мин} \leq n_{opt} \leq 126 \text{ об/мин}$.

Список использованных источников.

1. *Wind Turbine Worldwide Catalog. 1988-89. USA, Phoenix Industries of Crookston, Ltd. 1200.*
2. Огава, Ёсида, Ёкоша. "Разработка систем управления частотой вращения ветродвигателя Савониуса". Труды американского общества инженеров-механиков. Современное машиностроение. Серия А, № 10, 1989, с.60-66.