

УДК 620.9

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ РАБОТЫ ВЕТРОАГРЕГАТА

Ковалев С.С., Махаринец А.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент ЛОСЮК Ю.А.

В основе работы большинства ветроагрегатов лежит принцип возникновения подъемной силы у лопасти ветроколеса с аэродинамическим профилем при обтекании ее потоком воздуха. Эта подъемная сила заставляет вращаться ветроколесо и связанный с ним электрический генератор, который вырабатывает электроэнергию.

Число лопастей у ветроколес с горизонтальной осью вращения может изменяться от одной до тридцати – сорока. Чем меньше лопастей у ветроколеса, тем с большей скоростью оно может вращаться. При этом возрастает эффективность ветроустановки. Ветроэнергетические установки имеют широкий диапазон мощностей: от нескольких сот ватт до 4000–5000 кВт.

Мощность ветроэлектрической установки определяется выражением:

$$P = \frac{\pi \rho V^3 R^3}{2}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где R – радиус ветроколеса, м;

V – скорость потока воздуха перед ветроколесом, м/с;

ρ – плотность воздуха, кг/м³.

Кинетическая энергия потока не может быть полностью превращена в электроэнергию или в другой вид энергии, так как поток не останавливается в плоскости ветроколеса, а продолжает двигаться, хотя и с меньшей скоростью. Поэтому в формулу (1) вводится коэффициент мощности C_p . Окончательно получаем мощность ветроэлектрической установки:

$$P = C_p \frac{\pi R^3}{2} \rho V^3, \text{ Вт},$$

где C_p – коэффициент мощности.

Коэффициент мощности C_p можно выразить через параметры потока:

$$C_p = 4a(1-a)^2,$$

где $a = \frac{V-V'}{V} = \frac{V-V''}{2V}$ – коэффициент торможения потока;

V , V' , V'' – скорости потока перед, в сечении, где установлено ветроколесо ветроколесом и за ветроколесом, соответственно, м/с.

При $a = 1/3$ коэффициент мощности C_p принимает максимальное значение $C_{p \max} = 0,59$. Это означает, что в лучшем случае только 59 % энергии набегающего ветрового потока можно использовать в ветродвигателе.

Быстроходность (Z) различных ветроколес неодинакова. Она изменяется в значительных пределах 1–16. Общая тенденция состоит в том, что скорость вращения ветроколеса и число его лопастей для установок с горизонтальной осью вращения находятся в обратной зависимости. Чем меньше лопастей в ветроколесе, тем с большей скоростью оно может вращаться.

Для любого ветродвигателя функция $C_p = f(Z)$ имеет максимум, поэтому проектирование ветроколеса необходимо вести так, чтобы C_p находился в области оптимального значения Z .

С целью ускорения проведения эксперимента и более быстрой обработки данных при исследовании множества ветроколес, применяем разработанную программу (модель).

Алгоритм расчета параметров и построения зависимости $C_p = f(Z)$

