

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ВЕТРЯНОЙ МЕЛЬНИЦЫ ТИПА НЕЖ

Ю. А. Кашин, М. И. Жадан, Е. М. Березовская

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
имени Ф. Скорины», Беларусь*

Р. Е. Кашина

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Пропеллерная ветротурбина, ныне широко применяемая в энергетике и по традиции, иногда называемая ветряной мельницей, была изобретена во II в. до н. э. Ее ведущим рабочим органом было и остается вращаемое ветром колесо, содержащее вал отбора мощности, плотно посаженную на него монолитную ступицу и множество n одинаковых, равномерно распределенных вокруг ступицы и кинематически связанных с ее ободом своими цокольными основаниями, жестко-упругих пластин – лопастей, выступающих для набегающего на турбину ветрового потока однородным веером подвижных непроницаемых препятствий с n промежуточными проточными

каналами и преобразующих в принудительную полезную работу мощностью N_K вращения вала отбора мощности часть кинетической энергии воздушного потока, проходящего сквозь решетку вращающихся лопастей и расходуемой им на преодоление сопротивления своему поступательному движению со стороны тех же лопастей.

Систему понятий и физические основы ныне принятой теории ветряных мельниц, разработал в конце XVIII – начале XIX в. основоположник аэродинамики летательных аппаратов и основатель ЦАГИ Николай Егорович Жуковский (1847–1921 гг.). Он же инициировал и обосновал применение высококачественных аэродинамических (крыловых) профилей лопастей ветряных мельниц и их геликоидальную форму, назвав ветряной мельницей типа НЕЖ предложенную им ветротурбину [1].

В ветроэнергетике мощность N_K полезной работы вращения рабочего вала ветроколеса и силу P_K лобового давления ветра на него принято определять следующими зависимостями: $N_K = c_N v_0 S_K = \frac{\rho U_0^3}{2} c_N S_K$, Вт, $P_K = c_P p_0 S_K = \frac{\rho U_0^2}{2} c_P S_K$, Н, где ρ – плотность воздуха, кг/м³; U_0 – скорость ветра, м/с; S_K – площадь ветровой тени ветроколеса, м²; c_N и c_P – взаимозависимые комплексные аэродинамические характеристики состояния ветроколеса, определяемые совокупностями параметров исполнения и состояния ветроколеса.

В данной работе на основе гипотез и положений теории Н. Е. Жуковского выполнен формальный анализ осесимметричного стационарного процесса взаимодействия ветряной мельницы типа НЕЖ с однородным ветровым потоком, получены формулы для расчета ее аэродинамических коэффициентов c_N и c_P , определены условия достижения режима наивысшего уровня конверсии ветровой энергии такой турбиной и условия ее авторотации с минимальным ветровым сопротивлением. Обсуждаются технические возможности осуществимости этих экстремальных режимов работы.

Литература

1. Жуковский, Н. Е. Ветряная мельница типа НЕЖ : собр. соч. / Н. Е. Жуковский – М.–Л. : ГИТТЛ, 1950. – Т. 7. – С. 349.