

Экспериментально-теоретическое исследование аэродинамических сил и момента ротора Савониуса

Научный руководитель – Самсонов Виталий Александрович, Селюцкий Юрий Дмитриевич

Мастерова Анна Андреевна

Аспирант

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
Механико-математический факультет, Кафедра теоретической механики и мехатроники,
Москва, Россия

E-mail: masterovaanya@yandex.ru

Ротор Савониуса представляет собой в классическом виде S-образный ветроприемный элемент с вертикальной осью вращения. Крутящий момент ротора создается силами сопротивления, возникающими под влиянием потока и действующими по-разному на его лопасти из-за их геометрии. В следствии чего ротор начинает раскручиваться, а его вращение преобразуют в электроэнергию, подключив его к генератору в электрическую цепь. А также, например, - в механическое вращение колес некой платформы, получая при этом вариант ветромобиля - экологичного транспортного средства. Для параметрического исследования динамики таких сложных систем, содержащих в своем составе ротор Савониуса, необходим подход, позволяющий моделировать аэродинамическое воздействие потока на ротор. В данной работе предлагается феноменологический подход, основанный на квазистатической модели воздействия среды на твердое тело и предназначенный для приближенного описания сило-моментных аэродинамических характеристик ротора Савониуса на основе информации о мгновенном состоянии его движения. В рамках предлагаемого подхода безразмерные коэффициенты аэродинамических характеристик ротора раскладываются в усеченный ряд Фурье по углу, причем коэффициенты этого ряда считаются зависимыми от безразмерной угловой скорости вращения ротора. Коэффициенты ряда и количество учитываемых в разложении гармоник определяются эмпирическим путем. Для этого в рамках данного исследования был создан макет такого типа ротора. Проведена серия экспериментов в дозвуковой аэродинамической трубе А6 НИИ механики МГУ. В ходе экспериментов ротор помещался в стационарный поток воздуха. Угловая скорость вращения ротора поддерживалась постоянной с помощью шагового двигателя. Угол поворота ротора регистрировался с помощью оптических датчиков. Силы и моменты, действующие на ротор, измерялись с помощью шестикомпонентных тензометрических весов. Испытания проводились при разных значениях скорости потока и угловой скорости ротора. В результате были получены значения аэродинамических сил и моментов, действующих на ротор, при различных значениях набегающего потока и безразмерной угловой скорости в проекциях на следующие оси: вертикальную и две горизонтальные, по и перпендикулярно потоку. Важно отметить, что эксперименты проводились, помимо прочего, при «обратном» вращении ротора, т.е. отрицательной угловой скорости, что ранее не делалось, но необходимо для исследования различных переходных процессов систем, в составе которых имеется рассматриваемый тип ротора. На основе полученных экспериментальных данных идентифицированы параметры предложенной модели и приближенно получена функциональная зависимость безразмерных аэродинамических характеристик ротора от угла и угловой скорости его вращения. Модель позволяет существенно упростить проведение параметрического анализа сложных механических систем с ротором Савониуса за счет применения методов теоретической механики. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №19-31-99973.