

лопасти. Данные, полученные в ходе эксперимента, качественно совпадают с результатами численного моделирования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Проекты №№ 17-08-01366, 18-01-00538).

Библиографические ссылки

1. *Strganac T.W., Ko J., Kurdila A.J.* Identification and Control of Limit Cycle Oscillations in Aeroelastic Systems // J. of Guidance, Control, and Dynamics. 2000.
2. *Климина Л.А., Досаев М.З., Селюцкий Ю.Д.* О динамике ветроэнергетической установки с рабочим элементом на основе механизма антипараллелограмма // Мехатроника, автоматизация, управление. 2016. Том 17. №7. С. 536–540.
3. *Klimina L., Dosaev M., Selyutskiy Yu.* Asymptotic analysis of the mathematical model of a wind-powered vehicle // Applied Mathematical Modelling. 2017. V.46. P.691–697.
4. *Голуб А.П., Селюцкий Ю.Д.* О влиянии упругого крепления на колебания двухзвенного аэродинамического маятника // Труды Московского физико-технического института. 2017. № 3. С. 8–13.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ВЕТРОГЕНЕРАТОРА НА БАЗЕ РОТОРА САВОНИУСА С УЧЕТОМ НЕЛИНЕЙНОСТИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Ю.Д. Селюцкий¹, А.А. Мастерова¹, S.S. Hwang², Ch.H. Lin²

¹ НИИ механики МГУ, Мичуринский просп. 1, 119192 Москва, Россия
seliutski@imec.msu.ru, masterovaanya@yandex.ru

² Chien-Hsin University of Science and Technology
229 Jianxing Road, Zhongli District, 32097 Taoyuan City, Taiwan
stanhwang@uch.edu.tw, chlin@gapps.uch.edu.tw

Ротор Савониуса — один из распространенных типов вертикально-осевых ветротурбин. В традиционном варианте представляет собой ветроколесо S-образной формы, состоящее из двух одинаковых лопастей в форме полуцилиндра, прикрепленных к общей оси, параллельной образующим этих цилиндров. Такие характеристики ротора, как относительная простота конструкции, независимость от направления ветра и большой крутящий момент, обуславливают большой интерес к развитию и изучению такого рода систем.

Рассматривается ротор Савониуса, расположенный в потоке ветра. Ось ротора соединена с якорем электрогенератора постоянного тока на

постоянных магнитах. Электродвигатель включен во внешнюю цепь, в которой присутствуют потребители (резисторы). Состояние системы описывается углом поворота ротора и силой тока во внешней цепи генератора.

Для описания аэродинамического момента используется традиционный квазистатический подход, в соответствии с которым аэродинамическая нагрузка определяется текущим состоянием движения системы. Предполагается, что коэффициент аэродинамического момента может быть представлен в виде суммы двух слагаемых: первое зависит только от угловой скорости вращения ротора, второе — только от угла его поворота. Это позволяет использовать в модели доступные экспериментальные данные. При составлении уравнений движения системы используется подход, описанный в [1].

Положения равновесия рассматриваемой системы соответствуют положениям ротора, в которых аэродинамический момент равен нулю. Заметим, что существуют роторы, для которых создаваемый аэродинамический момент положителен в любом положении (например, трехуровневый ротор, описанный в работе [2]).

Для случая, когда положения равновесия существуют, получены достаточные условия их асимптотической устойчивости.

С практической точки зрения положения равновесия нежелательны. Для оценки их области притяжения в пространстве начальных условий было проведено численное моделирование при различных значениях внешнего сопротивления и скоростях набегающего потока. Для идентификации аэродинамического момента использованы данные экспериментов [2]). Исследована зависимость области притяжения от внешнего сопротивления и от скорости потока.

Для роторов Савониуса с достаточно большим числом лопастей можно пренебречь изменениями аэродинамического момента при изменении угла его поворота, что позволяет воспользоваться методом малого параметра Пуанкаре. Найдены неподвижные точки соответствующей порождающей системы и получены условия их асимптотической устойчивости.

Проведено численное моделирование для исследования переходных режимов, реализующихся в системе при изменении параметров (скорость потока, внешнее сопротивление).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты №17-08-01366, 18-01-00538).

Библиографические ссылки

1. *Dosaev M.Z., Lin C.-H., Lu W.-N., Samsonov V.A., Selyutskii Yu. D.* A qualitative analysis of the steady modes of operation of small wind power generators // J. Applied Mathematics & Mechanics. 2009. Vol. 73. P. 259–259.
2. *Kamoji M.A., Kedare S.B., Prabhu S.V.* Experimental investigations on single stage, two stage and three stage conventional Savonius rotor // Int. J. Energy Res. 2008. Vol. 32. P. 877–895.

НОВЫЕ АЛГОРИТМЫ ДЛЯ ВАРИАЦИОННЫХ НЕРАВЕНСТВ И ЗАДАЧ РАВНОВЕСНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В.В. Семенов

Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко
пр. Академика Глушкова 4д, 03680 Киев, Украина
semenov.volodya@gmail.com

Множество интересных и актуальных прикладных проблем могут быть записаны в форме вариационных неравенств или задач равновесного программирования (неравенств Ки Фаня, задач о равновесии). Особенно популярны эти постановки в математической экономике, математическом моделировании транспортных потоков и теории игр.

В докладе будет сделан обзор результатов недавних работ [1–5], в которых предложены новые методы решения вариационных неравенств

$$\text{найти } x \in C : (A(x), y - x) \geq 0 \quad \forall y \in C,$$

и задач о равновесии вида

$$\text{найти } x \in C : F(x, y) \geq 0 \quad \forall y \in C,$$

где C — замкнутое выпуклое подмножество гильбертова пространства H , $A : H \rightarrow H$ — нелинейный монотонный или псевдомонотонный оператор, $F : C \times C \rightarrow \mathbb{R}$ — бифункция, удовлетворяющая условию: для всех $x \in C$ функция $F(x, \cdot)$ выпукла и замкнута на множестве C .

Основное внимание будет уделено доказательству сходимости и формулировке новых вопросов. В частности, будут представлены новые результаты о сходимости для следующих алгоритмов.

Алгоритм 1. Двухэтапный алгоритм [1, 2].

Инициализация. Задаем параметр $\lambda \in \left(0, \frac{\sqrt{2}-1}{L}\right)$ и элементы $x_0, y_0 \in C$, где L — константа Липшица оператора A .