

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

**доктора физико-математических наук профессора
Веденева Василия Владимировича**

**на диссертационную работу Демченко Ярослава Владиславовича
«Крутильные аэроупругие колебания цилиндра в газовом потоке»,
представленной к защите на соискание учёной степени кандидата физико-
математических наук по специальности 1.1.9.Механика жидкости, газа и
плазмы.**

Диссертация Я. В. Демченко посвящена экспериментальному исследованию аэроупругих колебаний упруго закреплённого цилиндра, вызванных сходящей с него дорожкой Кармана. Актуальность подобных исследований обусловлена возможностью использования такого типа ветрогенераторов в труднодоступных регионах, в зонах Крайнего Севера и пустынь, где эксплуатация традиционных роторных ветряков по ряду причин затруднена.

В первой главе диссертации приведён обзор литературы, посвящённой изучению резонансных аэроупругих колебаний цилиндра, вызванных дорожкой Кармана (Vortex-Induced Vibrations, VIV) в потоке газа или жидкости.

Во второй главе обсуждаются вспомогательные методы, которые использовались для теоретического анализа, а также для обработки результатов экспериментов, проведённых в аэродинамической трубе в НИИ механики МГУ. В том числе выводятся уравнения колебаний цилиндра, а также обсуждаются методы определения сдвига фаз между двумя периодическими сигналами для последующего их использования при анализе характера схода дорожек Кармана в следе за цилиндром.

Третья глава посвящена исследованию открытого автором типа резонансных колебаний цилиндра, вызванных сходом вихрей; изучаются основные его характеристики, в частности, характер схода дорожек Кармана в различных сечениях. Он обусловлен резонансом аэродинамических сил, вызванных сходом вихревой дорожки Кармана, с вращательными колебаниями цилиндра, когда балка совершает крутильные движения. В этом режиме оказалось, что вихревые дорожки Кармана, генерируемые верхней и нижней частями цилиндра, сходят в противофазе, т. е. сдвинуты по фазе на π .

Четвёртая глава посвящена более детальному исследованию структуры вихревого следа вдоль размаха цилиндра и её изменению при различных концевых условиях в режиме крутильных VIV. Для варьирования концевых условий использовались четыре типа формы торцевых насадок. Наблюдается заметная неравномерность распределения фазы срыва вихрей вдоль размаха цилиндра (для случаев свободного торца и полусферы). При поперечных колебаниях присоединённые и отсоединённые аэродинамические шайбы несколько сглаживают это распределение; при крутильных колебаниях их влияние значительно сильнее, в результате чего процесс срыва вихрей становится практически синхронным. Было установлено, что фаза схода вихрей резко меняется вблизи закрепления балки, которая ведёт себя как разделительная пластина (splitter plate), предотвращающая образование вихрей в сечениях вблизи оси вращения цилиндра.

Теоретическое значение работы заключается в открытии и исследовании синхронизации вихревой дорожки Кармана при трёхмерном движении цилиндра, при которой возникает переменный во времени крутящий момент, возбуждающий крутильные колебания. С практической точки зрения открытый тип колебаний может быть использован для разработки новых экологически чистых источников энергии, актуальных для труднодоступных регионов, условий пустынь и Арктики. Обнаруженный новый тип аэроупругих колебаний позволит расширить область применения ВИВ-ветрогенераторов на больший диапазон скоростей набегающего потока с более интенсивными колебаниями — большими амплитудами и частотами по сравнению с классическими поперечными колебаниями.

В процессе работы над диссертацией соискатель продемонстрировал высокую самостоятельность, активность и заинтересованность: освоил современные методики аэродинамических измерений, самостоятельно собрал экспериментальную установку и проводил её модернизации для разных типов измерений. Эксперименты по изучению колебаний упругого тела в потоке были выполнены преимущественно лично автором исследования.

Результаты работы опубликованы в пяти научных статьях и докладывались на многих, в том числе зарубежных, научных семинарах и конференциях.

Представленная диссертационная работа — итог многолетней целенаправленной научной деятельности. В ней получены оригинальные результаты, обладающие практической значимостью. На основании проведённого анализа считаю, что диссертация полностью соответствует установленным требованиям и может быть рекомендована к защите на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.9.Механика жидкости, газа и плазмы.

Я, Веденеев Василий Владимирович даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук (по специальности 01.02.05),

профессор кафедры гидромеханики

механико-математического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

Заместитель директора по НИР

НИИ механики МГУ

(119991, Ленинские горы, дом 1,

Тел.: +7(495)939-39-58, e-mail: [REDACTED]

Подписи В.В. Веденева заверяю:

Декан механико-математического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

член.-корр. РАН, профессор

В.В. Веденеев

19 февраля 2026 г.

А.И. Шафаревич

