



УДК 532.5.07

А.С. Гузеев, С.Ю. Соловьёв

ФГУП Крыловский Государственный научный центр, Россия,  
196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44, E-mail: [guzas52@mail.ru](mailto:guzas52@mail.ru), [mrnew@mail.ru](mailto:mrnew@mail.ru)

## ВИХРЕВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

### АННОТАЦИЯ

Представлены результаты исследования структуры вихревого следа за моделью 2-х пролетного моста и их вихревое взаимодействие. Выявлены некоторые закономерности колебаний одиночного цилиндра вызванные вихревым следом за ним.

### ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОТОКА, ВИХРЕВОЙ СЛЕД, КОЛЕБАНИЯ, ВИХРИ.

Структура вихревого следа за крыльями и техническими объектами хорошо исследована методами визуализации потоков [1, 2 и др.], однако наличие вибрации конструкций дают основания для продолжения исследований вихревого следа.

Исследования проводились в вертикальной гидродинамической трубе ФГУП «Крыловский государственный научный центр», предназначенной для визуализации течений. Труба имеет прозрачный рабочий участок сечением 0,15 x 0,15 м, длиной 0,6 м и диапазон скоростей потока 0 ÷ 1,5 м/с.

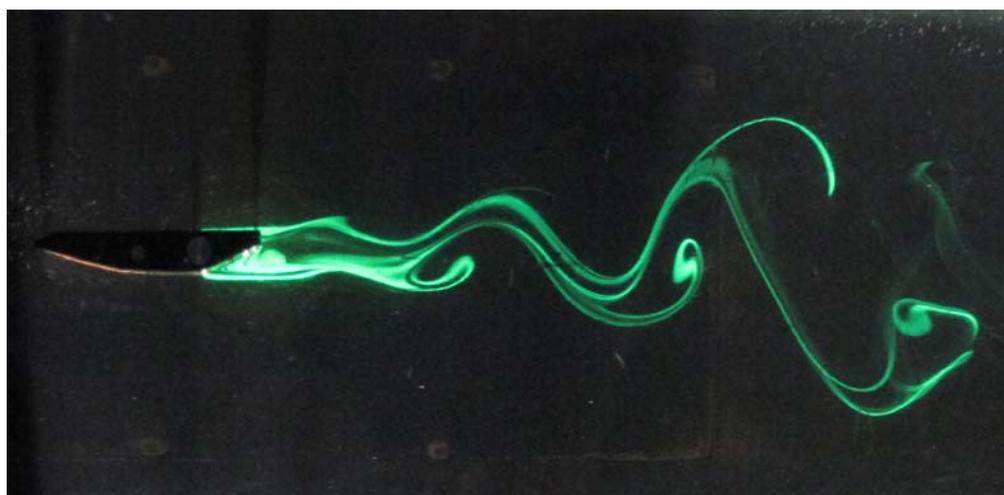


Рис. 1. Вихревой след за моделью одиночного пролета, при скорости  $V = 4$

На рис. 1, 2 показано вихреобразование за одним пролетом при различных скоростях потока. Хорошо видно увеличение частоты схода вихрей при увеличении скорости потока.

Исследования модели большепролетного моста «Камнерезов» (Гонконг) показали, что поперечный вихревой след, возбуждаемый при обтекании одного пролета, попадает на второй пролет, и может вызывать нестационарное его обтекание и колебания. На рис. 3

показаны мгновенные картины натекания отдельный вихрей на второй пролет и вихреобразование над полотном второго пролета при жестком закреплении конструкций.

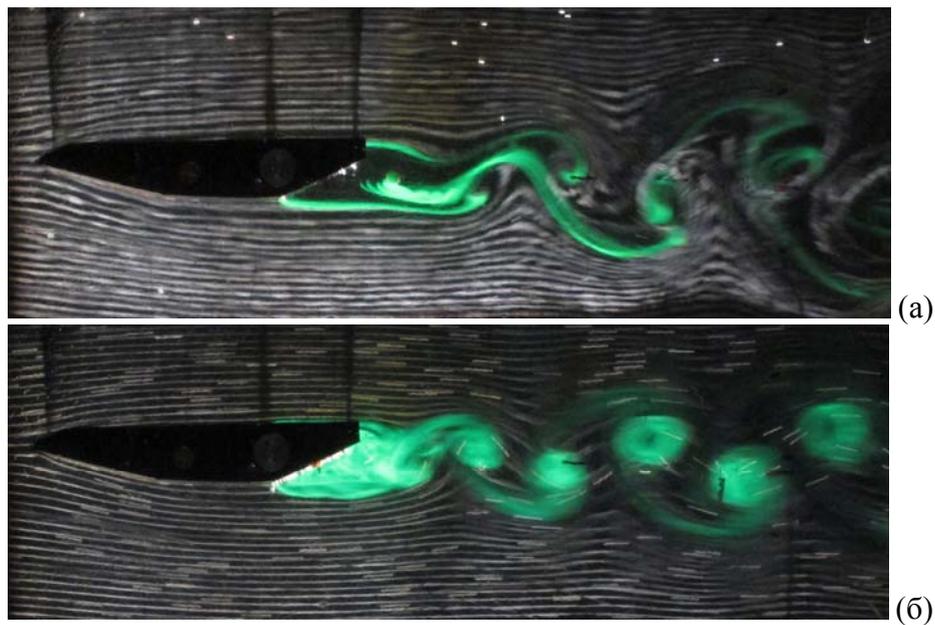


Рис. 2. Вихревой след за моделью одиночного пролета, при скоростях  $V = 10$  (а) и  $20$  см/с (б)

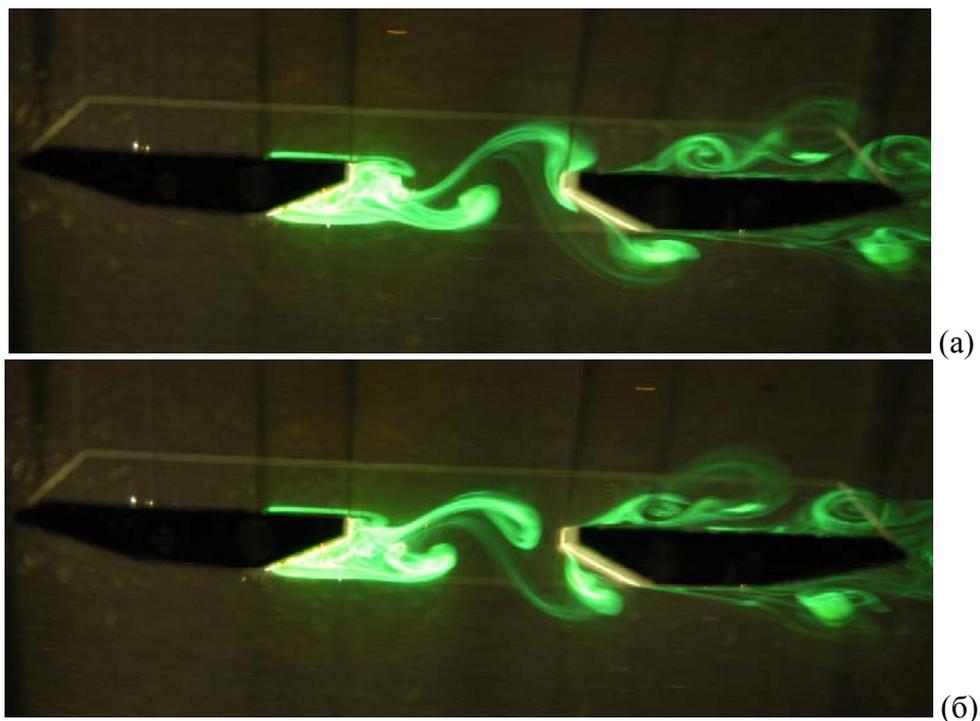


Рис. 3. Вихреобразование за первым пролетом и над плоскостью второго пролета,  $V=10$  см/с, в различные моменты времени

На рис. 4 показаны фрагменты видеозаписи колебаний второго пролета, вызванные срывом вихрей с первого пролета, модель второго пролета при этом была упруго закреплена и имела возможность перемещаться в вертикальном направлении. Размах колебаний составил величину равную толщине пролета. Диапазон изменения угла наклона плоскости полотна, при колебаниях -  $\Delta\alpha = 22^\circ$  при  $V = 10$  см/с.

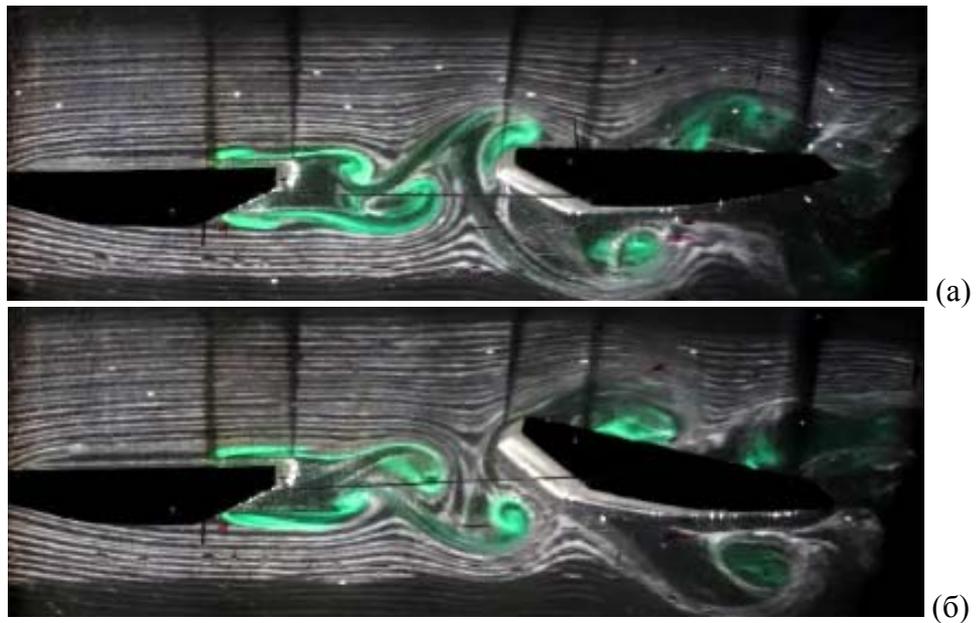
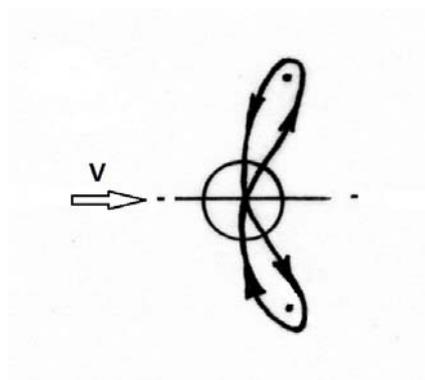
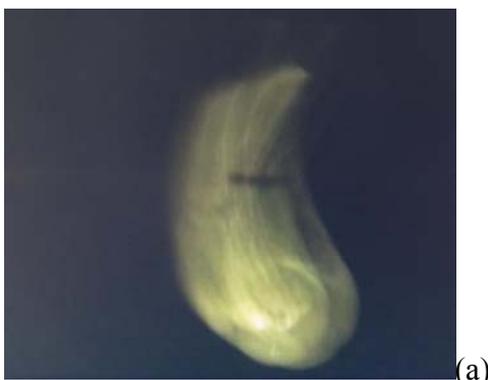


Рис. 4. Вихревое взаимодействие конструкций модели двухпролетного моста. Колебания 2-го пролета при упругом его закреплении. На фото а) и б) показаны крайние положения 2-го пролета при его колебаниях ( $\Delta t = \frac{1}{4} T$ )

Отрывное обтекание отдельных конструкций однородным потоком сопровождается вихреобразованием в следе и вызывает автоколебания. Классическим примером в этом случае является вихреобразование за круговым цилиндром рис. 5.



Рис. 5. Структура вихревого следа за круговым цилиндром:  
а)  $V = 4$  см/с, б)  $V = 10$  см/с



а) фото с экрана при замедленной видеосъемке, выдержка 4 с,  
 б) петлеобразная траектория движения цилиндра, амплитуда колебаний цилиндра 30 мм.  
 Рис. 6. Вихревые автоколебания цилиндра  $d = 1$  см, на упругой подвеске,  $V = 0,5$  м/с

Автоколебания, вызванные вихреобразованием при отрывном обтекании, имеют сложный характер и вызывают колебания не только объектов расположенных в следе, но и конструкций генерирующих вихри [1]. На рис. 6 показана петлеобразная траектория движения цилиндра упруго закрепленного в потоке. Такая петля напоминает видоизмененную лемнискату Бернулли с выраженными фокусами, относительно которых колеблется цилиндр.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Девнин С.И. Гидроупругость конструкций при отрывном обтекании. - Л.: Судостроение, 1975, 193 стр.
2. Гузеев А.С., Соловьев С.Ю. Исследования концевго вихря и вихревого следа за крыловым профилем // Оптические методы исследования потоков: XII Международная научно-техническая конференция: труды конференции. – М.: НИУ «МЭИ», 2013. -1 электрон. оптич. диск. Доклад № 8-8, 5 с.

A.S. Guzeev, S.Yu. Solovyev

*Krylov State Research Centre, Russia,  
 196158, St. Petersburg, E-mail: [guzas52@mail.ru](mailto:guzas52@mail.ru), [mrnew@mail.ru](mailto:mrnew@mail.ru)*

## VORTEX INTERACTION ENGINEERING STRUCTURES

*Presents the results of the structure of vortex trail behind the model of a 2-span bridge and vortex interaction. Identified some patterns of oscillations of a single cylinder caused by the vortex behind him.*

FLOW VISUALIZATION, VORTEX TRAIL, OSCILLATIONS, VORTICES