

УДК 532.5.07

А.С. Гузеев, В.В. Соколов

*ФГУП Крыловский Государственный научный центр,
Россия, 196158, г. Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44,
E-mail: guzas52@mail.ru, viktor.sokolov.ksri@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ ОБТЕКАНИЯ ВИНТА В КАНАЛЕ

АННОТАЦИЯ

В докладе Представлены результаты исследования особенностей обтекания крыла расположенного торцом вблизи стенки и винта в канале. Исследования проводились в гидродинамической и аэродинамической трубе, с использованием методов визуализации потока и PIV. Выявлено изменение структуры обтекания торца крыла в зависимости от расстояния до стенки, образование подпорного вихря на стенке при наличии зазора, влияние формы ступицы на вихреобразование за ней.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПОТОКА, КРЫЛО, СТЕНКА, ВИХРИ.

Структура концевой вихря и подпорного вихря перед крылом расположенным на стенке хорошо исследованы, однако возникновение кавитации в гидротурбинах и шума вентиляторов вызванные вращением системы крыльев в канале вблизи стенки исследованы не достаточно.

Исследования проводились в вертикальной гидродинамической трубе ЦНИИ им. акад. А.Н. Крылова и в аэродинамической трубе кафедры теоретических основ теплотехники ГОУ «СПб ГПУ». Вертикальная гидродинамическая труба, предназначенная для визуализации потока, имеет прозрачный рабочий участок сечением 0,15 x 0,15 м, длиной 0,6 м и диапазон скоростей потока 0...1,5 м/с. Исследовалось крыло с симметричным профилем НАСА-0018, хордой $b=80$ мм, высотой $h=75$ мм и плоским торцом, а также вентилятор в трубе диаметром 60 и 70 мм. Труба имела прозрачные стенки.

Визуализация в гидродинамической трубе показала, что обтекание торца крыла вблизи стенки сопровождается образованием подпорного вихря перед зазором между крылом и стенкой, рис 1. Величина зазора менялась в диапазоне $\delta=0...20$ мм, углы атаки $\alpha=0...20^\circ$.

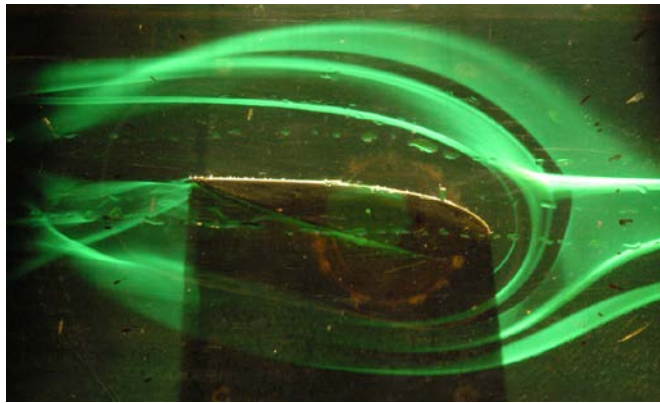


Рис 1. Возникновение подпорного вихря перед крылом расположенным вблизи стенки, $\delta=6$ мм, $\alpha=-10^\circ$. Фото сделано через прозрачную стенку, краска подавалась на поверхность прозрачной стенки.

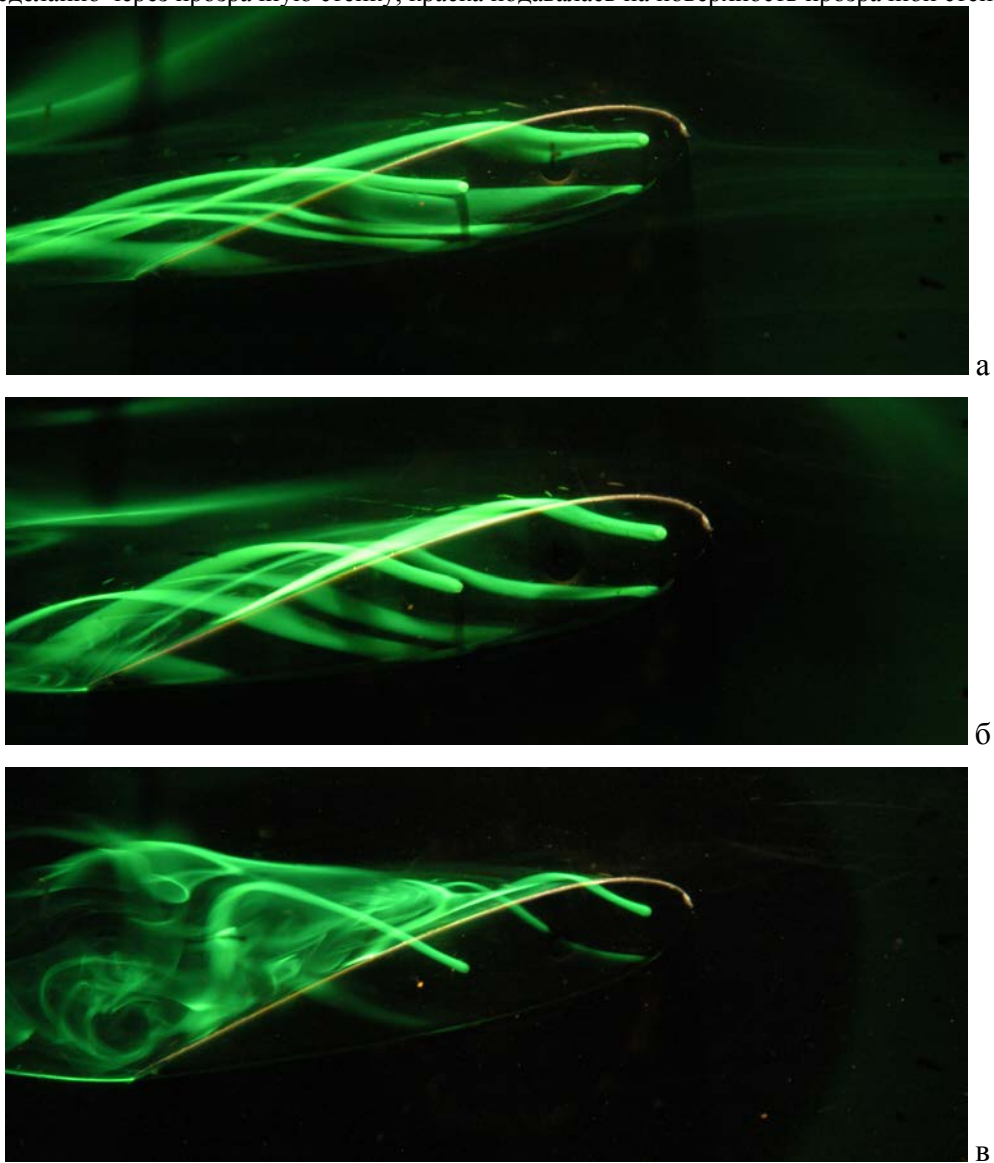


Рис 2. Изменение структуры обтекания торца крыла при приближении его к стенке. Краска подавалась с поверхности плоского торца крыла ($Re=5000$), $\alpha=16^\circ$; фото сделано через прозрачную стенку. А) $\delta=12$ мм, б) $\delta=6$ мм, в) $\delta=3$ мм.

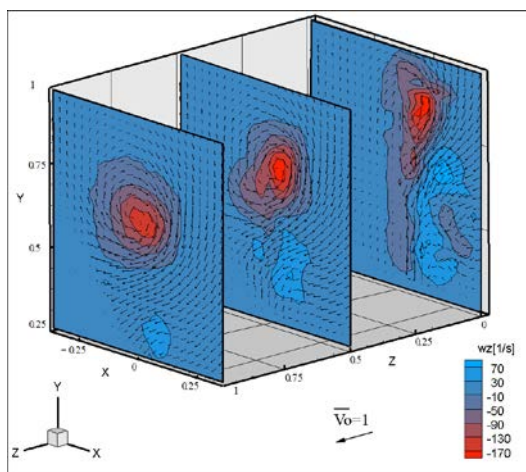
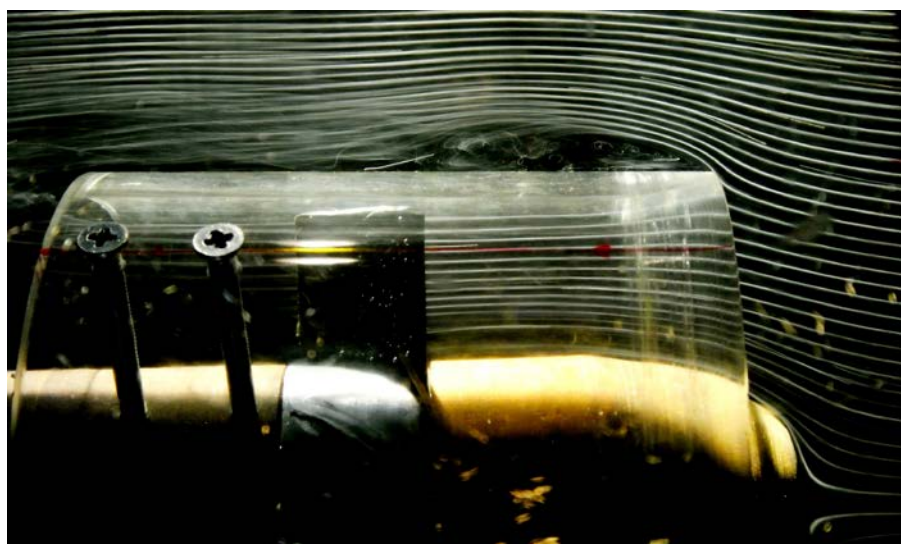
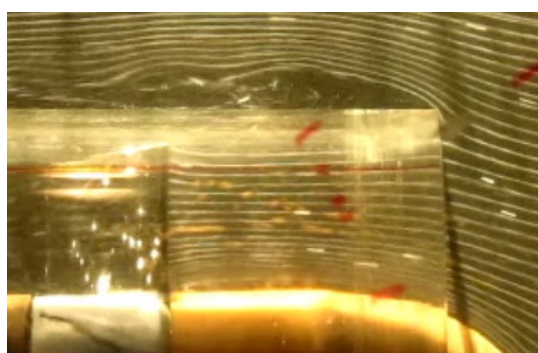


Рис. 3. Результаты измерений полей скорости за крылом вдали от стенки (радиальной составляющей) в трех сечениях ($Re=10000$) [3]



а



б

Рис. 4. Структура течения в трубе гидротурбины при вращении винта, $V=0,2$ м/с;
 а) – линии водородных пузырьков проходят между лопастями винта
 б) линии водородных пузырьков попадают на переднюю кромку лопасти.

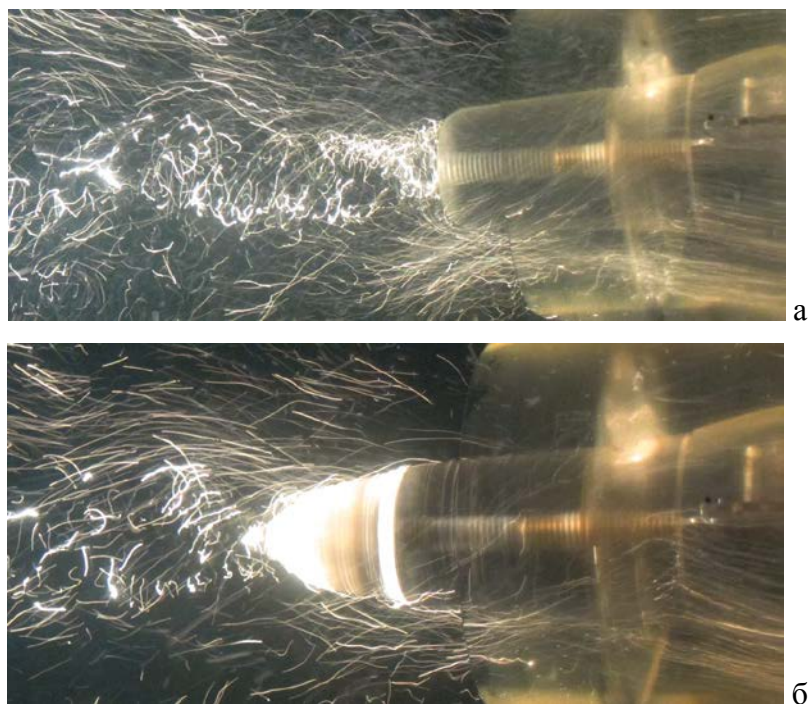


Рис. 5. Формирование продольного вихря за ступицей;
а) - усеченная ступица; б) – удлиненная ступица с обтекателем.

На рис. 2 показано изменение структуры обтекания торца крыла при приближении его к стенке. Хорошо видно изменение траектории линий подкрашенной жидкости, снижение интенсивности концевых вихря и возникновение отрывной зоны за крылом. Измерения интенсивности концевых вихря на удалении от стенки представлены на рис. 3.

Модель гидротурбины располагалась во внешнем потоке. Труба гидротурбины имела прозрачные стенки и заостренную кромку на входе потока. На рис. 4 показана структура внешнего и внутреннего течений. На рис. 4 б хорошо видно отклонение пристеночных линий тока от прямолинейного течения, как у основания лопасти, так и вблизи ее торца.

Форма ступицы винта существенным образом влияет на интенсивность вихреобразования за ней, рис. 5. Наличие различных вихревых структур за ней вызывает различные усилия вдоль оси. Заметно увеличение интенсивности вихря за усеченной ступицей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Н. Werle, M. Gallon.** Laboratoire visualization hydrodynamique. La Recherche Aerospaciale, 1982, №5, p. 289-311.
2. **Альбом течений** жидкости и газа./ Сост. **М. Ван-Дайк** . - М.: Мир, 1986.
3. **Гузев А.С., Соловьев С.Ю., Воробьев А.С., Митяков А.В., Митяков В.Ю., Можайский С.А., Сапожников С.З.** Распространение концевых вихря за профилем // Оптические методы исследования потоков: XI Международная научно-техническая конференция: труды конференции. М.: июнь 2011.