

ГИДРОМЕХАНИКА

Академик В. Л. ПОЗДЮНИН

**О КАЧЕСТВЕ СУПЕРКАВИТИРУЮЩИХ ВИНТОВ**

Испыгания различных экспериментальных моделей суперкавитирующих винтов, произведенные за последние годы в кавитационной лаборатории Научно-исследовательского института имени акад. А. Н. Крылова, показали, что значения кпд суперкавитирующих винтов при одинаковых условиях нагрузки и поступи близки к значениям той же величины некавитирующих винтов.

Вместе с тем обширное экспериментальное изучение качества различных профилей для отрывного обтекания, производившееся по заданию указанного института, начиная с 1941 г. по настоящее время <sup>(1)</sup>, во Всесоюзном научно-исследовательском институте гидромашиностроения, показало, что при отрывном обтекании это качество во много раз ниже качества профилей при безотрывном обтекании. Так, в то время как качество последних профилей средней толщины при бесконечном размахе составляет величины порядка 60—80, качество профилей с отрывным обтеканием лежит, в лучших случаях, в пределах численных значений 6—8.

В связи со сказанным возникает вопрос, чем может быть объяснено относительно высокое качество суперкавитирующих винтов, работающих в условиях отрывного обтекания, при таком низком качестве профилей лопастей этих винтов.

Ответ на этот вопрос нагляднее всего может быть получен из рассмотрения условий работы элемента лопасти суперкавитирующего винга, расположенного на некотором радиусе  $r = xR$ , где  $R$  — радиус диска винга.

Для этого обратимся к рис. 1, на котором элемент лопасти представлен в виде тонкой пластинки  $AB$ . На том же рисунке нанесены три ортогональные системы координат:  $SOT$  — упорного давления элемента лопасти  $S$  и окружного усилия  $T$ ;  $XOY$  — сопротивления  $X$  и подъемной силы  $Y$  элемента лопасти и, наконец,  $POR$  — силы давления  $P$ , направленной при отрывном обтекании всегда нормально к пластине, и касательной силы  $R$ , лежащей в плоскости пластины.

Предположим, что наш элемент лопасти обтекается со срывом струй потоком воды со скоростью  $w$  при угле атаки  $\varphi$ . Обозначим при этом осевую и окружную составляющие скорости  $w$ , соответственно, через  $v$  и  $u$  (рис. 1).

Для упрощения задачи предполагаем, что вызванные скорости в потоке воды перед вингом малы и что в первом приближении ими можно пренебречь.

Напишем теперь для сил  $S$  и  $T$ , действующих на элемент лопасти, следующие простые зависимости:

$$S = P \cos \theta - R \sin \theta, \quad T = P \sin \theta + R \cos \theta, \quad (1)$$

где  $\theta$  — шаговый угол элемента лопасти.

Для общего кпд элемента лопасти  $\eta$  будем иметь:

$$\eta = \frac{1 - \frac{R}{P} \operatorname{tg} \theta}{\operatorname{tg} \theta + \frac{R}{P}} \frac{v}{u} = \frac{1 - \frac{R}{P} \operatorname{tg} \theta}{1 + \frac{R}{P} \operatorname{cotg} \theta} \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \theta}, \quad (2)$$

где  $\alpha$  — угол гидродинамической поступи винта, причем  $\alpha = \theta - \varphi$ .

Выражение (2) по своему построению аналогично выражению для кпд некавитирующих винтов (2), причем первый множитель представляет интересующую нас величину качества элемента суперкавитирующего винта  $\eta_p$ , а второй множитель — величину идеального кпд  $\eta_i$ .

В выражении для качества элемента суперкавитирующего винта

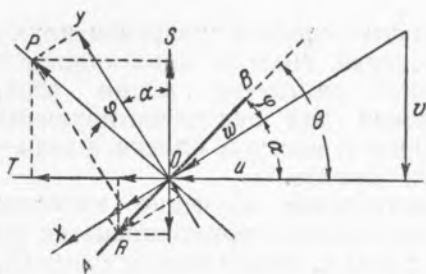


Рис. 1

$$\eta_p = \frac{1 - \frac{R}{P} \operatorname{tg} \theta}{1 + \frac{R}{P} \operatorname{cotg} \theta} \quad (3)$$

величина отношения  $R/P$ , по аналогии с некавитирующими винтами, могла бы быть названа обратным качеством элемента лопасти. Однако эта величина ничего не говорит о связи ее с обратным качеством профиля  $\varepsilon = X/Y = C_x/C_y$ , определяемым из эксперимента.

Возвращаясь к рис. 1, замечаем, что

$$X = P \sin \varphi + R \cos \varphi$$

и

$$Y = P \cos \varphi - R \sin \varphi.$$

Пренебрегая в последнем из этих выражений по малости вторым членом, зависимость (3) можем переписать в следующем виде:

$$\eta_p = \frac{1 - (\varepsilon - \operatorname{tg} \varphi) \operatorname{tg} \theta}{1 + (\varepsilon - \operatorname{tg} \varphi) \operatorname{cotg} \theta}. \quad (4)$$

Эта зависимость и дает ответ на поставленный выше вопрос.

Из выражения (4) усматривается, что при отрывном обтекании обратное качество профиля следует оценивать разностью  $\mu = \varepsilon - \operatorname{tg} \varphi$ , в которой, согласно экспериментальным данным, при отрывном обтекании уменьшаемое и вычитаемое являются величинами одного и того же порядка малости. Это приводит к малым значениям указанной разности, а следовательно, и к высокому качеству суперкавитирующих винтов, несмотря на весьма низкое в данном случае качество профилей, понимаемое в общепринятом смысле.

Поступило  
10 V 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. Л. Поздюнин, Изв. АН СССР, ОТН, № 10—11 (1945). <sup>2</sup> В. П. Ветчинкин и Н. Н. Поляхов, Теория и расчет воздушного гребного винта, М., Оборонгиз, 1947, стр. 51.