

Соломенцев О.И., д-р техн. наук, профессор НУК

Кныш А.С., магистрант

ДИАГРАММЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК УДЛИНЕНИЯ МАЛЫХ СКОРОСТНЫХ КАТАМАРАНОВ С ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ РАЗГРУЗКОЙ

На современном этапе одним из способов повышения технико-экономических показателей малых (водоизмещением до 500 т) скоростных катамаранов является применение гидродинамической разгрузки, [1], рис. 1. Основной характеристикой катамарана с разгрузкой является коэффициент разгрузки $K_{P3Г}$. Если в качестве элементов разгрузки приняты только подводные крылья, то этот коэффициент определяется формулой

$$K_{P3Г} = \frac{Z_{P3Г}}{D},$$
$$Z_{P3Г} = Z''_{P3Г} = \frac{\rho v^2}{2} \sum_{i=1}^I C_{zi} S_{KPi}.$$

где $Z_{P3Г}$ - вертикальная сила разгрузки; D - весовое водоизмещение при отсутствии хода и разгрузки; C_{zi} - коэффициент подъёмной силы i -го подводного крыла, вычисленный с учётом влияния на эту величину свободной поверхности; ρ - плотность воды; v - скорость хода катамарана; S_{KPi} - площадь i -го подводного крыла; I - количество подводных крыльев.

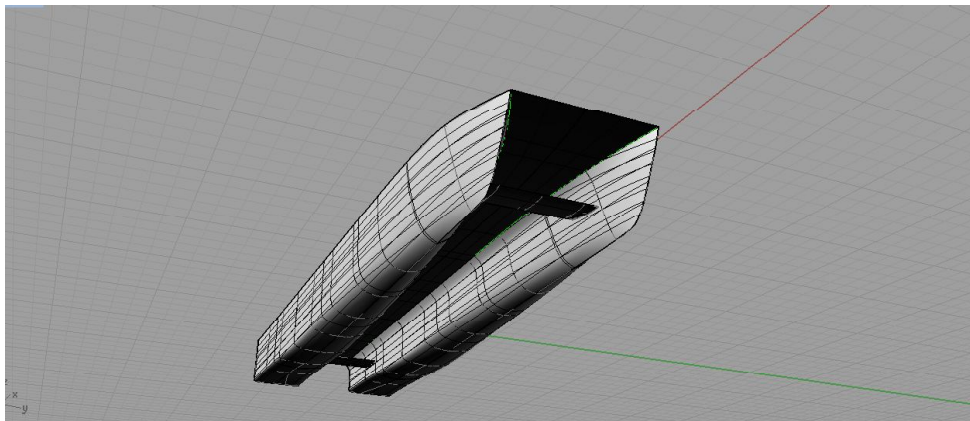


Рис. 1. Поверхность катамарана с гидродинамической разгрузкой в среде Rhino Ceros (в качестве элементов разгрузки приняты два подводных крыла)

При определении главных элементов такого катамарана в начальном приближении оказывается необходимым найти его относительное удлинение его корпуса $\frac{L}{B_1}$ или относительную длину $l_1 = \frac{L}{\sqrt[3]{V_1}}$. Здесь L , B_1 , V_1 - длина, ширина и объёмное водоизмещение одного корпуса катамарана.

Для определения этих величин в [1] рекомендуется в первом приближении пользоваться теми же зависимостями, что и для катамарана без разгрузки (т.е. при $K_{P3Г} = 0$). Тогда удлинение будет функцией только скорости судна - абсолютной v или относительной (числа Фруда $Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$, $g = 9,8 \text{ м/сек}^2$ - ускорение свободного падения). В то же время, из простых физических соображений, очевидно, что характер проектного компромисса между различными составляющими сопротивления воды движению, влияние удлинения на которые противоположно, равно как и между ходкостью и иными качествами проектируемого катамарана, всё же должен зависеть от коэффициента разгрузки.

Поэтому, с целью выявления зависимости $\frac{L}{B_1}$ и l_1 не только от v или Fr , но и от $K_{P3Г}$, было выполнено расчётное исследование, в основу которого был положен метод частных целевых функций, когда в качестве критерия оптимизации принимается максимизация полезной нагрузки при постоянном водоизмещении. Применительно к корпусу многокорпусного судна без разгрузки этот метод подробно описан в [2], а некоторая дополнительная информация содержится в докладе. А при модификации этого метода применительно к катамарану с гидродинамической разгрузкой оказалось необходимым, во-первых, предложить алгоритм расчёта ходкости такого судна. Во-вторых, при вариациях коэффициентов разгрузки $K_{P3Г}$ в расчётном алгоритме необходимо было применить соотношение вида $\frac{\rho v^2}{2} \sum_{i=1}^2 C_{zi} S_{KPi} = K_{P3Г} D$. Получается также, что, при всех вариациях коэффициента разгрузки и скорости один из геометрических размеров крыла в плане - размах каждого крыла l_{KPi} - постоянен и может быть принят равным расстоянию между корпусами в середине расположения крыла.

Вариации площади крыла из-за этого оказываются возможными только за счёт второго геометрического размера крыла в плане - хорды b_{KPi} . Это, в свою очередь, всякий раз будет вести к изменению относительного удлинения $\lambda_{KPi} = \frac{l_{KPi}}{b_{KPi}}$, а, следовательно, и коэффициента подъёмной силы крыла $C_{Zi} = C_{Zi}(\lambda_{KPi})$.

На рис. 2а-2б приведены полученные в результате расчётов зависимости для относительного удлинения $\frac{L}{B_1} = \frac{L}{B_1}(Fr, K_{P3\Gamma})$ и $l_1 = l_1(Fr, K_{P3\Gamma})$.

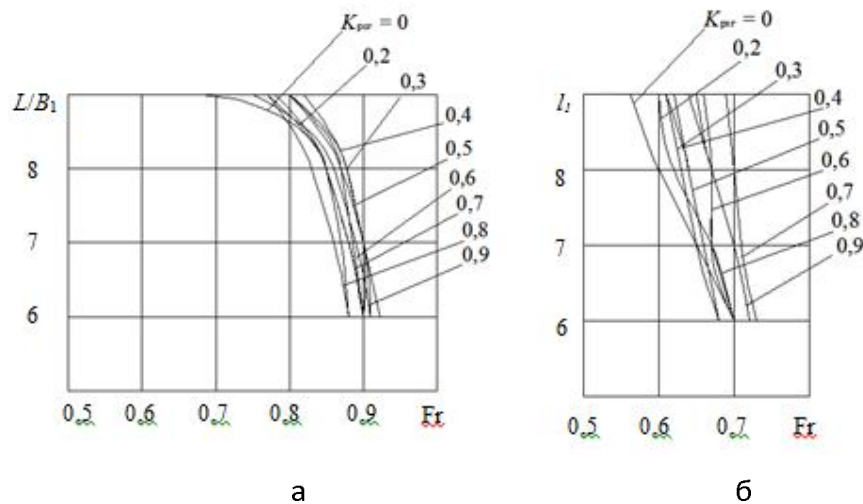


Рис. 2. Зависимости относительного удлинения $\frac{L}{B_1}$ (а) и относительной длины l_1

(б) для одного корпуса катамарана с гидродинамической разгрузкой от Fr и $K_{P3\Gamma}$.

Зависимости видов $\frac{L}{B_1}(Fr)$ и $l_1(Fr)$ в актуальном для малых скоростных катамаранов диапазоне убывающие. Это связано с убыванием коэффициента волнового сопротивления с ростом Fr при $Fr > 0,5-0,6$. Зависимости видов $\frac{L}{B_1}(K_{P3\Gamma})$ и $l_1(K_{P3\Gamma})$ имеют место, что позволяет уточнить в этом отношении рекомендации работы [1].

Литература. 1. Ляховицкий, А.Г. Проектирование скоростных катамаранов с подводными крыльями [Текст] / А.Г. Ляховицкий, Э.Б. Сахновский, Б.М. Сахновский // Судостроение, 2005. -№2.-с. 9-15. **2. Соломенцев, О.И.** О применении частных целевых функций при исследовании концепции судов с аутриггерами [Текст] / О.И. Соломенцев, Л.С. Теляга // Вісник НУК. - Миколаїв: НУК, 2011. - № 2