

А.В. Иванов, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Е.А. Черепкова, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

М.В. Харченкова, студентка 2 курса КГиЗОС, ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, д.5

РАСЧЕТ ОСТОЙЧИВОСТИ ПАРУСНО-МОТОРНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО КАТАМАРАНА «ТРИКСЕЛЬ»

Ключевые слова: катамаран, остойчивость, плавучесть.

Произведен расчет остойчивости парусно-моторного энергосберегающего катамарана.

Для установления возможности эксплуатации конструкции нового парусно-моторного энергосберегающего катамарана «Триксель» необходимо произвести расчет остойчивости.

Расчет произведен исходя из основных характеристик судна, которые представлены в табл.1.

Таблица 1 – Характеристики катамарана «Триксель»

Наименование	Параметр
L, м	6.281
B, м	2.863
H, м (вместе с мачтой)	6.820
T, м	0,12
Масса байдарки, кг (2 шт)	72,00
Грузоподъемность катамарана, кг	320,00
Площадь стакселя, м ²	8.61
Площадь грота, м ²	4.18
Суммарная площадь парусов, м ²	12.79
Количество пассажиров, чел.	4
Количество солнечных батарей, шт	3
Скорость, км/ч	13

Восстанавливающий момент катамарана:

$$M_B = \frac{\gamma_w}{2} * S_{ГВЛ} * B_0^2 * \sin \varphi - a * D * \sin \varphi, \quad (1)$$

где $\gamma_w = 9,81$ кН/м³

$S_{ГВЛ} = \alpha * L * B_{кор} = 0,70 * 4,785 * 0,91 = 3,05$ м³ ($B_{кор}$ – ширина корпуса; B_k – ширина катамарана)

$B_0 = B_k - 2 * B_{кор} = 2,86 - 2 * 0,91 = 1,04$ м

$\varphi = 10^\circ$ – максимальный угол крена

$a = 0,5 * H = 0,5 * 0,267 = 1,334$ м – эксцентриситет

$D = 9,81 * 0,42 = 4,1$ кН.

$$M_B = \frac{9,81}{2} * 3,05 * 1,04^2 * \sin 10^\circ - 1,334 * 4,1 * \sin 10^\circ = 1,87 \text{ кНм}$$

Крутящий момент катамарана определяется по формуле:

$$M_K = C_D * \frac{\rho_L}{2} * S * W_T^2 * h_{Ц} \quad (2)$$

$C_D = 0,92$ – коэффициент дрейфа катамарана

$\rho_L = 0,00123$ кН*сек²/м⁴ – плотность воздуха

$S = 13,5 \text{ м}^2$ – площадь парусности

$WT = 8 \text{ м/сек}$ – скорость вымпельного ветра

$h_{\Sigma} = h_{\Sigma D} + h_{\Sigma C} = 2,84 + 0,04 = 2,88 \text{ м}$

$h_{\Sigma C} = T/3 = 0,12/3 = 0,04 \text{ м}$ – центр бокового сопротивления

$h_{\Sigma D} = 2,84 \text{ м}$ – центр парусности

$$M_{\Sigma} = 0,92 * \frac{0,00123}{2} * 13,5 * 8^2 * 2,88 = 1,4 \text{ кНм}$$

Запас остойчивости катамарана:

$$\eta = \frac{M_{\Sigma}}{M_{\Sigma C}} = \frac{1,87}{1,4} = 1,34 > 1,1 \quad (3)$$

Максимальное плечо восстанавливающего момента:

$$l_{\max} = \left(\frac{B_0}{2} + \frac{P_{\Sigma}}{D} y \right) \cos \varphi_{\text{от}} - a * \sin \varphi_{\text{от}} \quad (4)$$

$P_{\Sigma} = 3,14 \text{ кН}$ – вес экипажа

$y = B_{\Sigma}/2 = 2,86/2 = 1,43 \text{ м}$ – перемещение экипажа от ДП на наветренный борт

$\varphi_{\text{от}} = 15^\circ$ – угол отрыва от воды

$$l_{\max} = \left(\frac{1,04}{2} + \frac{3,14}{4,1} * 1,43 \right) \cos 15^\circ - 1,334 * \sin 15^\circ = 1,2 \text{ м}$$

Допустимая скорость вымпельного ветра:

$$W_T^D = 4 * \sqrt{\frac{l_{\max} * D}{C_D * S * h_{\Sigma}}} \quad (5)$$
$$W_T^D = 4 * \sqrt{\frac{1,2 * 4,1}{0,92 * 13,5 * 2,88}} = 15,01 \text{ м/сек}$$

Допустимая скорость вымпельного ветра больше принятой по расчету.

Остойчивость будет обеспечена при не превышении скорости вымпельного ветра.

Полный объем корпуса:

$$V' = \delta * L * B * H \quad (6)$$
$$V' = 0,31 * 4,785 * 0,91 * 0,267 = 0,36 \text{ м}^3$$

Запас плавучести:

$$\Delta V = V' - V_k = 0,22 \text{ м}^3, \quad (7)$$
$$V_k = \delta_k * L * B * T$$

$$V_k = 0,27 * 4,785 * 0,91 * 0,12 = 0,14 \text{ м}^3$$

$$\frac{\Delta V}{V'} = 1,57 > 0,2$$

Объем воздушных ящиков:

$$\vartheta = 0,1 * V' \quad (8)$$
$$\vartheta = 0,1 * 0,36 = 0,036 \text{ м}^3 = 36 \text{ л}$$

Таким образом, плавучесть должна быть обеспечена воздушными ящиками объемом 36 л в каждом корпусе.

Список литературы:

[1] Смирнов Н.Г. «Теория и устройство судна».- М.: Транспорт, 1992.-248 с.

[2] Фрид Е.Г. «Устройство судна».- Л.: Судостроение, 1982.- 344с.

CALCULATION OF STABILITY OF THE SAIL-MOTOR ENERGY-SAVING CATAMARAN "TRIXEL"

A.V. Ivanov, E.A. Cherepkova, M.V. Narchenkova

Keywords: catamaran, stability, buoyancy.

The stability of the sail-motor energy saving catamaran has been calculated.