

**Сравнительная таблица между моторных яхт компании „Си Тех“ -
Нижний Новгород/РФ/ и прототипов стальных яхт из книги
„Проектирование катеров“ от Алфред Пишка,1963г.**

Прототипы стальных яхт из книги „Проектирование катеров“ от Алфред Пишка,1963 г.											Яхты Си Теха- Нижний Новгород/РФ/	
№ п.п.	Тип Величины	Моторная яхта	Инспекторский катер	Полицейский катер	Катер рыболовной инспекции	Таможенный катер	Моторная яхта	Таможенный катер	Моторная яхта	Пассажирский катер	Моторная яхта пр.В20-R	Моторная яхта пр.АУ-15
		1	№табл./пункт	11/1 50/1 -	8/15 48/2 57/21	5/22 - 57/90	- 51/2 -	18/10 53/1 62/3	- 47/1 -	18/12 50/2 62/2	12/5 42/10 57/41	5/30 - -
2	L, м	15,58	16,95	17,20	19,00	20,50	22,00	22,40	24,50	25,50	19,662	14,785
3	L _{нб} , м	16,20	17,00	17,50	20,04	22,63	23,00	23,00	25,00	25,75	19,974	15,195
4	(L+ L _{нб})/2, м	15,89	16,975	17,35	19,52	21,56	22,50	22,70	24,75	25,625	19,818	14,99
5	B, м	3,26	2,84	3,50	4,12	4,18	3,20	4,36	4,90	4,70	5,128	4,24
6	B _{нб} , м	3,60	3,00	3,60	4,20	4,20	3,40	4,40	5,00	4,75	5,576	5,099
7	T, м	0,84	0,85	1,05	-	1,73	-	1,47	1,10	1,50	1,175	0,947
8	H, м	2,10	1,60	2,04	2,50	2,50	2,00	2,50	2,60	2,30	2,80	2,63
9	L/B	4,78	5,97	4,91	4,61	4,90	6,875	5,14	5,00	5,43	3,83	3,487
10	T/B	0,26	0,30	0,30	-	0,41	-	0,34	0,22	0,32	0,23	0,22
11	H/B	0,65	0,56	0,58	0,607	0,60	0,625	0,57	0,53	0,49	0,55	0,62
12	P _R , кг	16920	10270	14780	32600	39590	18500	35020	35500	49270	39640	17420
13	C _g R ₁	141	126	116	159	176	121	141	110	176	128	87
14	C _g R ₂	158	133	120	167	185	131	144	116	179	140	106
15	% за C _g R ₂	5	6	3,4	5	5	8	2	5,50	1,7	9,4	21,8
16	D, т	20,00	16,50	26,78	-	63,20	-	57,57	45,00	68,00	54,85	22,68
17	δ	0,469	0,400	0,423	-	0,425	-	0,401	0,375	0,379	0,463	0,382
18	Двигатель	Дизель	Дизель	Дизель	-	Дизель	-	Дизель	Дизель	Дизели	Дизели	Дизели
19	WPS, л.с.	100	60	330	-	500	-	450	260	2 x 250	2 x 150	2x140
20	n, об/мин	560	600	940	-	620	-	560	600	620	2760 / 1360*	2400/ 1000*
21	v _p , узлы	11,00	9,50	12,06	-	12,10	-	12,75	12,50	13,10	11,3	11,0
22	C _p	98,07	92,60	47,50	-	56,40	-	68,70	94,20	75,00	69,43	38
23	η _p	0,70	0,450	0,60**	-	0,525	-	0,532	0,680	0,70	0,50	0,60**
24	v ₆₀ , узлы	10,45	10,49	12,06	-	12,66	-	13,28	11,96	12,44	12,00	11,00
25	C ₆₀	84,08	123	47,50	-	64,50	-	77,40	83,30	64,2	83,15	38
26	D / (L/10) ³	5,29	3,39	5,25	-	7,35	-	5,12	3,06	4,10	7,22	7,02
27	D, кг / L.B. v ₆₀	37,68	32,20	37,0	-	58,20	-	44,30	31,40	45,6	45,33	32,90
28	L / D ^{1/3}	5,74	6,68	5,75	-	5,15	-	5,80	6,88	6,247	5,17	5,22
29	v _p / L ^{1/2}	2,78	2,31	2,90	-	2,68	-	2,70	2,52	2,60	2,55	2,86
30	v ₆₀ / L ^{1/2}	2,65	2,54	2,90	-	2,79	-	2,80	2,42	2,46	2,70	2,86
31	WPS / D, л.с./т	5,00	3,64	12,30	-	7,91	-	7,80	5,78	7,35	5,47	12,34

32	Примечания	Без n- см. расчет		Без P _R - см. расчет; ** - η _p = η ₆₀	Без D и T	Усиленная к-я для прибр. мор.пл	Без D и T	Облегченная к-я для ВВП		Без P _R и n - см. расчет	Топливо и вода- 75% Фекална ц-на- 50% * - для гр.винта	* - для гр.винта ** - η _p = η ₆₀
----	------------	-------------------------	--	---	--------------	--	--------------	----------------------------	--	--	---	---

Объяснения к величинам в таблице:

- № таблицы / пункт – соответствует № таблицы из книги „Проектирование катеров“ от Алфред Пишка, 1963 г.
- L – длина по ватерлинии, м
- L_{нб} – длина наибольшая, м
- (L+ L_{нб})/2 – расчетная длина для весового коэффициента C_gR₁, м
- B – ширина наибольшая по ватерлинии, м
- B_{нб} – ширина наибольшая, м
- T – наибольшая осадка корпуса до шпунта /без киля/, м
- H – высота борта на L/2 (середина длины) от шпунта до нижней кромки палубы, м
- L/B
- T/B
- H/B
- P_R – вес корпуса судна без двигателей и монтажных элементов силовой установки, без запасов топлива, смазочного масла, пресной воды, без учета трюмной воды и без веса экипажа, груза или пассажиров, кг
- C_gR₁ = P_R / [(L+ L_{нб})/2]. B_{нб}.H – коэффициент для определения веса корпуса, кг/м³
- C_gR₂ = P_R / L.B.H – весовой коэффициент, кг/м³
- % за C_gR₂ = 100 (C_gR₁ - C_gR₂) / C_gR₁, % - на сколько процентов необходимо увеличить C_gR₁ для получения C_gR₂.
- D – вес на ходовых испытаниях / полное водоизмещение катера без половина запаса топлива, смазочного масла и воды / , т
- δ – коэффициент общей полноты
- Двигатель
- WPS – мощность главных двигателей, л.с.
- n – числа оборотов двигателя в минуту, об/мин
- v_p – скорость катера измеренная на ходовых испытаниях, узлы
- C_p = D^{2/3} · v_p³ / WPS – адмиралтейский коэффициент по данным ходовых испытаний
- η_p – к.п.д. гребного винта при скорости хода судна на ходовых испытаниях v_p
- v₆₀ – скорость, соответствующая на к.п.д. гребного винта 0,60, узлы
v₆₀ = v_p · (0,60/ η_p)^{1/3}
- C₆₀ = D^{2/3} · v₆₀³ / WPS - адмиралтейский коэффициент при скорости v₆₀
- D / (L/10)³ – коэффициент относительного водоизмещения
- D, кг / L.B. v₆₀ – коэффициент скольжения, предложенным Алфред Пишка /D в кг/
- L / D^{1/3} – коэффициент относительной длины
- v_p / L^{1/2} - относительная скорость/число Фруда/ при ходовых испытаниях
- v₆₀ / L^{1/2} – относительная скорость, соответствующая скорости при к.п.д. гребного винта 0,60
- WPS / D – мощность главных двигателей на 1 т веса

32. Примечания

Дополнительные расчеты для заполнения нехватящие характеристики прототипов

1. Моторная яхта L=15,58 м

Принимаем $n = 560$ об/мин

Определяем адмиралтейский коэффициент по скорости на ходовых испытаниях:

$$C_p = D^{2/3} \cdot v_p^3 / WPS = 20^{2/3} \cdot 11^3 / 100 = 98,07$$

$$v_p = 11 \text{ узл} = 11 \cdot 0,51444 = 5,658 \text{ м/сек}$$

Число Фруда по водоизмещению:

$$Fr_D = v_p / (g \cdot D^{1/3})^{1/2} = 5,658 / (9,81 \cdot 20^{1/3})^{1/2} = 1,096 - \text{переходный режим движения}$$

Коэффициент попутного потока по формуле Тейлора для винта в ДП:

$$w = 0,5 \delta - 0,05 = 0,5 \cdot 0,469 - 0,05 = 0,18$$

Коэффициент попутного потока по таблицу на стр.173 книги „Проектирование катеров”

для водоизмещающие катера среднего веса и средней скорости с винтом в ДП и с

учетом примечания Емелянова №32: $w = 0,10$

Принимаем среднюю величину между 0,10 и 0,18, т.е. $w = 0,14$

Тогда скорость набегающего на гребной винт потока будет:

$$v_e = v_p(1-w) = 5,658 \cdot (1-0,14) = 4,866 \text{ м/сек}$$

Принимая потери в валопроводе равными 0,05 получаем:

$$WPS = 100 \cdot 0,95 = 95 \text{ л.с.}$$

При этом вращающий момент составляет:

$$M = 716,2 WPS / n = 716,2 \cdot 95 / 560 = 121,5 \text{ кг.м}$$

А коэффициент оборотов-момента:

$$C_{nm} = n_s (M/v_e^5)^{1/2} = 9,33(121,5/4,866^5)^{1/2} = 1,97$$

$$n_s = 560/60 = 9,33 \text{ об/сек}$$

Принимаем дисковое отношение гребного винта 0,40 для средненагруженных моторных катеров согласно стр.160.

Тогда по диаграмме серии испытаний А группы гребных винтов с $F_p/F = 40\%$ д-ра Шаффрана на стр.158 книги „Проектирование катеров” определяем оптимальный к.п.д.

для скорости вращения винта $n = 560$ об/мин, $C_{nm} = 1,97$, $Z = 3$ и $H/D = 1,0$

$$\eta_p = 0,70 = 70\%$$

Согласно формулу на стр.161 имеем:

$$v_{60} = v_p (\eta_n / \eta_p)^{1/3} = 11 \cdot (0,6/0,7)^{1/3} = 10,45 \text{ узл}$$

$\eta_n = 0,60$ – нормальный к.п.д.

$$\text{Определяем } C_{60} = D^{2/3} \cdot v_{60}^3 / WPS = 20^{2/3} \cdot 10,45^3 / 100 = 84,08$$

Коэффициент скольжения при скорости v_{60} будет:

$$D, \text{кг} / L \cdot v_{60} = 20000 / (15,58 \cdot 3,26 \cdot 10,45) = 37,68$$

Число Фруда при скорости v_{60} будет:

$$v_{60} / L^{1/2} = 10,45 / 15,58^{1/2} = 2,65$$

2. Полицейский катер L = 17,20 м

Принимаем весовой коэффициент корпуса $C_g R_1$ полицейского катера L = 17,20 м равным весовому коэффициенту подобного катера L = 16,86 м от таблицы 45, пункт 3, т.е. $C_g R_1 = 116 \text{ кг/м}^3$.

Тогда $P_R = C_g R_1 \cdot [(L + L_{нб})/2] \cdot V_{нб} \cdot H = 116 \cdot 17,35 \cdot 3,6 \cdot 2,04 = 14780$ кг

При этом $C_g R_2 = P_R / L \cdot V \cdot H = 14780 / (17,20 \cdot 3,50 \cdot 2,04) = 120$

$100 (C_g R_1 - C_g R_2) / C_g R_1 = 100(116-120)/116 = 3,4\%$

Проверка водоизмещения D при ходовых испытаниях:

1. Вес корпуса 14780 кг

2. Вес главного двигателя при WPS = 330 л.с./см.стр.88 книги „Проектирование катеров”/:

$0,024$ т/к.с . 330 = 7,92 т = 7920 кг

3. Вес монтажных элементов:

$0,009$ т/к.с . 330 = 2,97 т = 2970 кг

4. Половина запаса топлива и смазочного масла 500 кг

5. Половина запаса воды 100 кг

6. Шесть человек экипаж /по 75 кг/ 450 кг

Проектный вес D = 26720 кг = 26,72 т

3. Пассажирский катер L = 25,50 м

Принимаем весовой коэффициент корпуса $C_g R_1$ пассажирского катера L = 25,50 м равным весовому коэффициенту таможенного катера для прибрежного морского плавания с L = 20,50 м, т.е. $C_g R_1 = 176$ кг/м³.

Тогда $P_R = C_g R_1 \cdot [(L + L_{нб})/2] \cdot V_{нб} \cdot H = 176 \cdot 25,625 \cdot 4,75 \cdot 2,30 = 49270$ кг

При этом $C_g R_2 = P_R / L \cdot V \cdot H = 49270 / (25,50 \cdot 4,70 \cdot 2,3) = 179$

$100 (C_g R_1 - C_g R_2) / C_g R_1 = 100(176-179)/176 = 1,7\%$

Проверка водоизмещения D при ходовых испытаниях:

1. Вес корпуса 49270 кг

2. Вес главных двигателей при WPS = 2 x 250 л.с./см.стр.88 книги „Проектирование катеров”/:

$0,024$ т/к.с . 500 = 12 т = 12000 кг = 2 x 6000 кг

3. Вес монтажных элементов:

$0,009$ т/к.с . 500 = 4,5 т = 4500 кг = 2 x 2250 кг

4. Половина запаса топлива и смазочного масла 500 кг

5. Половина запаса воды 100 кг

6. Двадцать человек- экипаж+пассажиры /по 75 кг/ 1500 кг

7. Запас 130 кг

Проектный вес $D = 68000 \text{ кг} = 68,00 \text{ т}$

Принимаем $n = 620 \text{ об/мин}$

Определяем адмиралтейский коэффициент по скорости на ходовых испытаниях:

$$C_p = D^{2/3} \cdot v_p^3 / WPS = 68,00^{2/3} \cdot 13,10^3 / 500 = 74,9 \sim 75$$

$$v_p = 13,10 \text{ узл} = 13,10 \cdot 0,51444 = 6,74 \text{ м/сек}$$

Число Фруда по водоизмещению:

$$Fr_D = v_p / (g \cdot D^{1/3})^{1/2} = 6,74 / (9,81 \cdot 68^{1/3})^{1/2} = 1,065 - \text{переходный режим движения}$$

Коэффициент попутного потока по таблицу на стр.173 книги „Проектирование катеров” для тяжелого водоизмещающего катера средней скорости с двумя винтами, с учетом примечания Емелянова №32: $w = 0,12$

Принимаем табличную величину, т.е. **$w = 0,12$**

Тогда скорость набегающего на гребной винт потока будет:

$$v_e = v_p(1-w) = 6,74 \cdot (1-0,12) = 5,93 \text{ м/сек}$$

Принимая потери в валопроводе равными 0,05 получаем для одного винта:

$$WPS = 250 \cdot 0,95 = 237,5 \text{ л.с.}$$

При этом вращающий момент составляет:

$$M = 716,2 WPS / n = 716,2 \cdot 237,5 / 620 = 274,35 \text{ кг.м}$$

А коэффициент оборотов-момента:

$$C_{nm} = n_s (M/v_e^5)^{1/2} = 10,33(274,35 / 5,93^5)^{1/2} = 2,00$$

$$n_s = 620/60 = 10,33 \text{ об/сек}$$

Принимаем дисковое отношение гребных винтов 0,40 для средненагруженных моторных катеров согласно стр.160.

Тогда по диаграмме серии испытаний А группы гребных винтов с $F_p/F = 40\%$ д-ра Шаффрана на стр.158 книги „Проектирование катеров” определяем оптимальный к.п.д. для скорости вращения винта $n = 620 \text{ об/мин}$, $C_{nm} = 2,00$, $Z = 3$ и $H/D = 1,0$

$$\eta_p = 0,70 = 70\%$$

Согласно формулу на стр.161 имеем:

$$v_{60} = v_p (\eta_n / \eta_p)^{1/3} = 13,10 \cdot (0,60/0,70)^{1/3} = 12,44 \text{ узл}$$

$\eta_n = 0,60$ – нормальный к.п.д.

$$\text{Определяем } C_{60} = D^{2/3} \cdot v_{60}^3 / WPS = 68^{2/3} \cdot 12,44^3 / 500 = 64,2$$

Коэффициент скольжения при скорости v_{60} будет:

$$D, \text{кг} / L \cdot v_{60} = 68000 / (25,50 \cdot 4,70 \cdot 12,44) = 45,6$$

Число Фруда при скорости v_{60} будет:

$$v_{60} / L^{1/2} = 12,44 / 25,5^{1/2} = 2,46$$

Разработал:

инж. Размик Бахарян