

## ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ В ОПТИМИЗАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЛКЕРА

*Панкова О.В.,*

*Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев*

*Предложены основные зависимости, которые можно использовать в оптимизационной модели проектирования балкера при определении мощности энергетической установки на начальных стадиях проектирования судна. Данные зависимости используются в уравнениях эффективности транспортного и промышленного судов как результат выполнения условия оптимальности.*

*Ключевые слова: оптимизационная модель, балкер, мощность энергетической установки.*

**Постановка проблемы.** Задача определения оптимальных характеристик балкера носит нелинейный стохастический характер и имеет ряд особенностей, связанных с проектированием судов данного типа.

Для повышения эффективности исследований эксплуатации судна данного типа требуется инновационный поиск нетипичных научных направлений с учетом общих перспектив судостроения и судоходства.

В математической модели технических свойств и модели функционирования судна:

- решается система уравнений проектирования (плавучести, масс, ходкости, остойчивости, качки, прочности, вместимости);
- вычисляются главные размерения, параметры формы корпуса и прочие характеристики судна;
- осуществляется проверка их адекватности;
- вычисляются показатели эффективности выполнения судном задач функционирования;
- вычисляется экономический показатель судна.

**Связь работы с научными программами, планами и темами.** В статье приводятся результаты исследования, выполненного автором в рамках общего плана научных исследований Национального университета кораблестроения имени адмирала Макарова и госбюджетной НИР № 1819 «Разработка методики определения параметрической надежности судна на начальных этапах его проектирования».

**Анализ последних исследований и публикаций.** Результаты многочисленных исследований по разработке зависимостей для определения мощности энергетической установки в оптимизационной модели проектирования балкера отражены в большом количестве публикаций, которые охарактеризованы достаточно полно в работах [1-6].

Для того чтобы с большой степенью достоверности определить требуемую мощность энергетической установки, нужно знать с достаточной

точностью сопротивление голого корпуса, коэффициент влияния корпуса, коэффициент полезного действия движителя.

Все расчеты этих величин могут быть сделаны и затем уточнены после установления размерений и коэффициентов формы проектируемого судна.

В ряде случаев можно воспользоваться систематизированными результатами эксперимента – графиками сопротивления, графиками элементов и КПД движителя.

В необходимых случаях нужно ставить эксперимент – испытывать модель судна и модель движителя.

При определении же водоизмещения, размерений и коэффициентов на начальных стадиях проектирования приходится искать связи мощности с ограниченным количеством величин, и прежде всего с водоизмещением и скоростью.

Задача выражения мощности через такие общие характеристики судна, как водоизмещение и скорость, что позволяет успешно решить уравнение нагрузки, является настолько же важной, насколько и трудной.

Над этим вопросом в разное время работали многие ученые, такие как В. А. Лесюков, В. В. Давыдов, В. И. Афанасьев, Энтли, А. И. Гайкович, И. В. Челпанов, А. В. Бронников [5].

В данной статье показаны новые более точные зависимости для определения мощности энергетической установки балкера на начальных этапах его проектирования [7, 8].

**Цель статьи** – разработка зависимостей для определения мощности энергетической установки в оптимизационной модели проектирования балкера.

**Изложение материала исследования и анализ полученных результатов.** Остановимся подробнее на решении уравнения ходкости в математической модели технических свойств балкера.

При определении элементов проектируемого судна на начальных стадиях используются лишь простейшие зависимости, связывающие сопротивление воды движению судна или мощность машинной установки с элементами судна и скоростью хода.

Погрешность, связанная с применением подобных формул, может быть снижена до допустимого предела, если фигурирующие в них практические коэффициенты определяются по подходящим статистическим данным при числах Фруда, соответствующих скорости проектируемого судна.

Формула для определения мощности энергетической установки, полученная путем обработки статистических данных [9-11]:

$$Ne = \frac{2}{AC} D^3 v^3,$$

где  $Ne$  – мощность энергетической установки судна, л.с.;

$D$  – водоизмещение судна, т;

$v$  – експлуатаційна швидкість ходу, уз;

$AC = a + bFr$  – адміралтейський коефіцієнт (рис. 1);

$Fr$  – число Фруда;

$a, b$  – квадратичні функції;  $a = f(Cb)$ ;  $b = f(Cb)$  (рис. 2);

$Cb$  – коефіцієнт загальної повноти судна.

Адміралтейський коефіцієнт змінюється в дуже широких межах в залежності від форми і відносної швидкості судна. Даний коефіцієнт залежить, крім того, від типу машинної установки і елементів гребного винта.

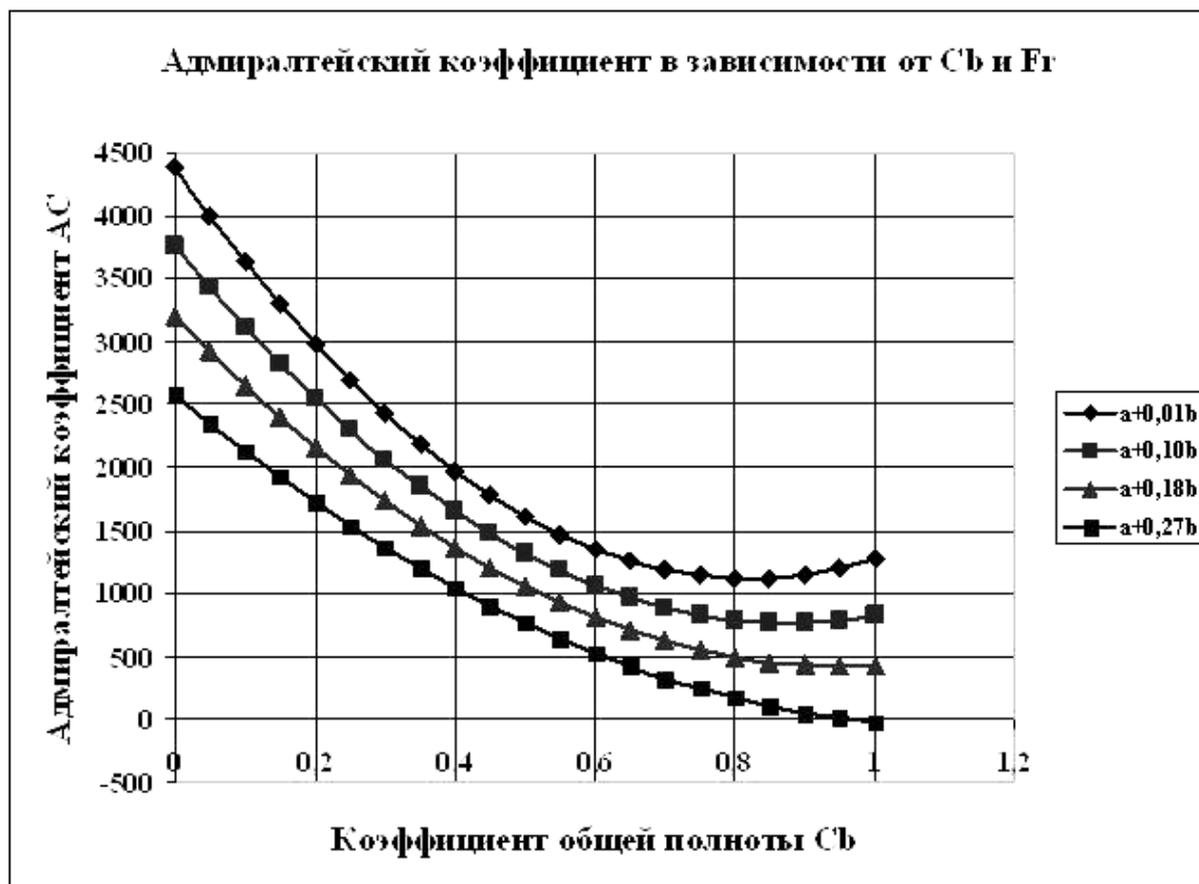


Рисунок 1 – Залежність адміралтейського коефіцієнта від коефіцієнта загальної повноти і числа Фруда

Тоді формула буде мати вигляд:

$$Ne = \frac{D^{\frac{2}{3}} v^3}{a + bFr}$$

Водоісміщення судна (в даному випадку для морської води) знаходиться по відомій формулі:

$$D = 1,025 \cdot L \cdot B \cdot T \cdot Cb,$$

де  $L$  – довжина судна, м;  $B$  – ширина судна, м;  $T$  – осадка судна, м.

Число Фруда определяем по формуле:

$$Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}},$$

где  $g = 9,81$  – ускорение свободного падения,  $m/c^2$ .

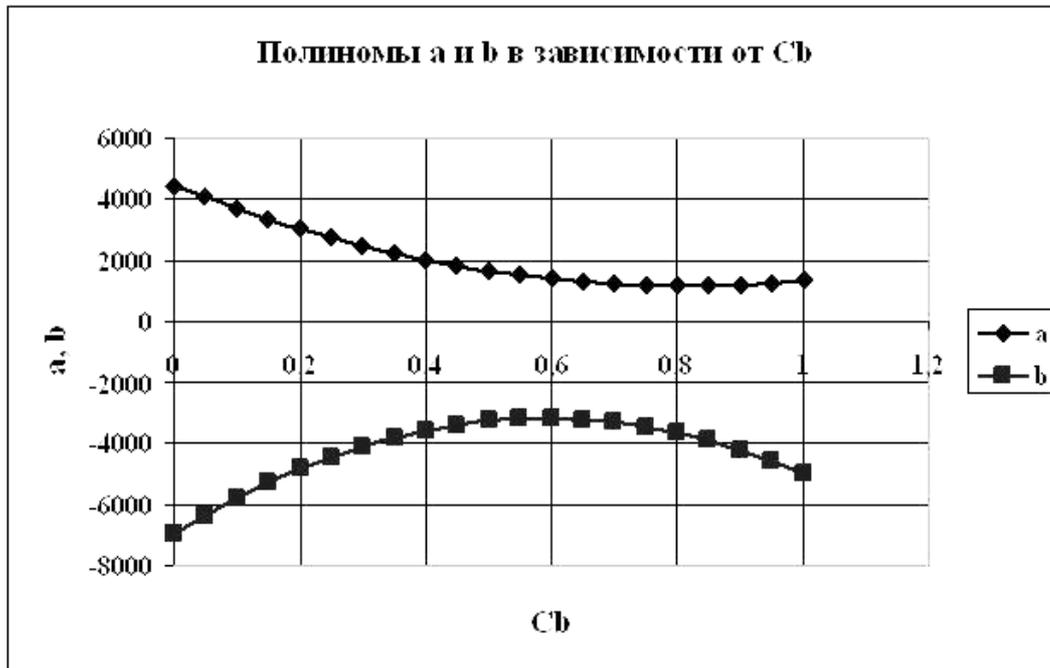


Рисунок 2 – Зависимость полиномов  $a, b$  от коэффициента общей полноты

Таблица 1 – Зависимость полиномов  $a, b$  от числа Фруда и коэффициента общей полноты

Число Фруда >>>		0,01	0,1	0,18	0,27	
$C_b$	$a$	$b$	$a+0,01b$	$a+0,1b$	$a+0,18b$	$a+0,27b$
0,3	2472,76	-4091,47	2431,85	2063,62	1736,30	1368,07
0,35	2229,24	-3803,15	2191,21	1848,92	1544,67	1202,39
0,4	2010,6	-3569,07	1974,91	1653,69	1368,16	1046,95
0,45	1816,84	-3389,23	1782,95	1477,92	1206,78	901,75
0,5	1647,97	-3263,62	1615,33	1321,61	1060,52	766,79
0,55	1503,99	-3192,25	1472,06	1184,76	929,38	642,08
0,6	1384,89	-3175,11	1353,13	1067,37	813,37	527,61
0,65	1290,67	-3212,21	1258,55	969,45	712,47	423,37
0,7	1221,34	-3303,55	1188,31	890,99	626,70	329,38
0,75	1176,90	-3449,12	1142,41	831,99	556,06	245,64
0,8	1157,34	-3648,93	1120,85	792,45	500,53	172,13
0,85	1162,67	-3902,97	1123,64	772,37	460,13	108,86
0,9	1192,88	-4211,25	1150,77	771,75	434,85	55,84
0,95	1247,98	-4573,77	1202,24	790,60	424,70	13,06
1	1327,96	-4990,52	1278,06	828,91	429,67	-19,48

Формулы для определения полиномов  $a, b$ :

$$a = 4977,06Cb^2 - 8105,61Cb + 4456,51;$$

$$b = -10847,2Cb^2 + 12817Cb - 6960,32.$$

**Выводы.** В статье представлены зависимости, которые можно использовать в оптимизационной модели проектирования балкера при определении мощности энергетической установки на начальных стадиях проектирования. Данные результаты также входят в уравнения эффективности транспортного и промыслового судов как результат выполнения условия оптимальности.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Войлошников М. В. Морские ресурсы и техника: эффективность, стоимость, оптимальность [Текст] / М. В. Войлошников. – Владивосток : Изд-во ДВГТУ, 2002. – 586 с.
2. Азарова Н. М. Выбор функции цели при проектировании судов в условиях рыночной экономики [Текст] / Н. М. Азарова, А. И. Раков // Збірник наукових праць УДМТУ. – Миколаїв : УДМТУ, 1998. – № 1 (349). – С. 58-60.
3. Аксютин Л. Р. Груз и судно [Текст] / Л. Р. Аксютин // Человек, море, техника. – Л. : Судостроение, 1988. – Вып. 5. – С. 274-287.
4. Бейлин М. К. Экономический анализ при проектировании судов внутреннего плавания [Текст] / М. К. Бейлин, А. М. Дмитриев. – Л. : Судостроение, 1979. – 480 с.
5. Бронников А. В. Морские транспортные суда. Основы проектирования [Текст] / А. В. Бронников. – Л. : Судостроение, 1984. – 352 с.
6. Астахов В. Е. Технично-економические обоснования проектирования промысловых судов [Текст] / В. Е. Астахов, В. С. Горобец. – Л. : Судостроение, 1982. – 247 с.
7. Панкова О. В. К определению мощности энергетической установки на начальных стадиях проектирования судна [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2007. – № 3 (414). – С. 32-38.
8. Панкова О. В. Определение вместимости судна на начальных стадиях проектирования [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2007. – № 5 (416). – С. 11-16.
9. Некрасов В. А. Особенности эксплуатации судов в режиме последовательных рейсов [Текст] / В. А. Некрасов, О. В. Панкова // Науковий вісник ХДМІ : Науковий журнал. – Херсон : Видавництво ХДМІ, 2010. – № 1 (2). – С. 50-55.
10. Басин А. М. Ходкость и управляемость судов [Текст] / А. М. Басин. – М. : Транспорт, 1977. – 456 с.
11. Фукельман В. Л. Теория корабля с основами гидромеханики / В. Л. Фукельман. – Л. : Судостроение, 1964. – 350 с.

**Панкова О.В. ЗАЛЕЖНОСТІ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ УСТАНОВКИ В ОПТИМІЗАЦІЙНІЙ МОДЕЛІ ПРОЕКТУВАННЯ БАЛКЕРА**

*Запропоновані основні залежності, які можна використовувати в оптимізаційній моделі проектування балкера при визначенні потужності енергетичної установки на початкових стадіях проектування судна. Дані залежності використовуються в рівняннях ефективності транспортного і промислового суден як результат виконання умови оптимальності.*

*Ключові слова: оптимізаційна модель, балкер, потужність енергетичної установки.*

**Pankova O.V. DEPENDENCE FOR DEFINING THE POWER OF ENERGETIC INSTALLATION IN OPTIMIZED MODEL OF A BULK CARRIER'S PROJECTING**

*There are offered basic dependences which can be used in the optimization model of bulk carrier designing at power plant power while determination on the initial stages of ship designing. These dependences are used in equalizations of efficiency of transport and commercial ships as a result of implementation of condition of optimality.*

*Keywords: optimization model, bulk carrier, power of energetic installation.*