

УДК 629.5.01

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК
МОРСКИХ НЕФТЕХИМОВОЗОВ ДЕДВЕЙТОМ
СВЫШЕ 10000 ТОНН В ПЕРВОМ ПРИБЛИЖЕНИИ**

Н.Н. Котовская

ст. преподаватель

кафедры «Теория и проектирование корабля им. проф. Ю.Л. Воробьева»

Одесский национальный морской университет

Аннотация. *Выполнен анализ основных характеристик морских нефтехимовозов дедвейтом более 10000 тонн. Рассмотрено двадцать три судна данного типа. Предлагаются графические и аналитические зависимости для определения главных размерений, грузовместимости и мощности главной энергетической установки рассматриваемых судов в первом приближении.*

Ключевые слова: *проектирование, наливные суда, наливные грузы, морские нефтехимовозы, главные размерения, грузовместимость, дедвейт, архитектурно-конструктивный тип, неограниченный район плавания.*

**ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
МОРСЬКИХ НАФТОХІМОВОЗІВ ДЕДВЕЙТОМ
ПОНАД 10000 ТОНН У ПЕРШОМУ НАБЛИЖЕННІ**

Н.Н. Котовська

ст. викладач

кафедри «Теорія та проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова»

Одеський національний морський університет

Виконано аналіз основних характеристик морських нафтохімовозів дедвейтом більш 10000 тон. Розглянуто двадцять три судна даного типу. Пропонуються графічні і аналітичні залежності для вибору головних розмірів, вантажомісткості і потужності головної енергетичної установки даних суден у першому наближенні.

Ключові слова: *проектування, наливні судна, наливні вантажі, морські нафтохімовози, головні розміри, вантажомісткість, дедвейт, архітектурно-конструктивний тип, необмежений район плавання.*

**DETERMINATION OF MAIN DESCRIPTIONS
OF MARINE OIL/CHEMICAL TANKERS WITH DEADWEIGHT
MORE THAN 10000 TONS IN THE FIRST APPROACHING**

N.N. Kotovskaya

Senior Lecturer

Department of «Theory and Design of the Ship named after Prof. Y.L. Vorobiev»

Odessa National Maritime University

The analysis of basic characteristics of marine oil/chemical tankers by a deadweight more than 10000 tons is produced. Marine ships of unlimited navigation area are examined, that is intended for transportation of crude oil and oil products, and also liquid chemical loads of one and few kinds and that have structural defence 2 and 3 degrees. The analysis of features of architectonically-structural type of these ships and construction of hull is produced. The turn-down of correlation of main dimensions and speed of motion of these ships is certain. Graphic and analytical dependences are offered for the determination of main dimensions, of cargo capacity and output of main engine of the examined courts in the first approaching.

Keywords: *design, tankers, bulk freights, marine oil/chemical Tanker, main dimensions, cargo capacity, deadweight, architectural and constructive type, unlimited navigation area.*

Постановка проблеми. Современные наливные суда, предназначенные для перевозки химических грузов, проектируются в основном как нефтехимовозы и составляют свыше 80 % общего количества судов, перевозящих химические грузы.

Нефтехимовозы – комбинированные наливные суда, предназначенные для перевозки сырой нефти и нефтепродуктов в одном направлении и жидких химических грузов в обратном направлении в одних и тех же грузовых танках.

Флот морских нефтехимовозов насчитывает несколько сотен судов и их количество продолжает расти. Большую часть этого флота составляют малые морские суда неограниченного района плавания дедвейтом до 10000 тонн. Анализ основных характеристик малых морских нефтехимовозов неограниченного района плавания был выполнен А.С. Потравко в работе [1].

В связи с развитием химической промышленности и ростом количества ее потребителей появилась необходимость в постройке более крупных нефтехимовозов, число которых с каждым годом увеличивается.

Несмотря на большое количество судов данного типа методика их проектирования до сих пор не разработана.

Цель исследования – на основании статистического анализа основных характеристик построенных и спроектированных морских нефтехимовозов неограниченного района плавания дедвейтом более 10000 тонн разработать методику определения грузовместимости, главных размеров и мощности главной энергетической установки этих судов в первом приближении при проектировании.

Изложение основного материала. В работе рассматриваются морские суда неограниченного района плавания дедвейтом более 10000 тонн, которые предназначены для перевозки сырой нефти и нефтепродуктов, а также жидких химических грузов одного или нескольких видов и которые имеют конструктивную защиту 2 и 3 степени [2]. Было рассмотрено двадцать три судна, основные характеристики которых приведены в таблице [3; 4].

Таблиця

Основные характеристики морских нефтехимовозов неограниченного района плавания

№ п/п	Наименование судна	Число судов в серии	Главные размеры, м					Дедвейт, т	Скорость, уз.	Мощность главных двигателей, кВт	Вместимость грузовых танков, м ³	Число грузовых танков	Степень конструктивной защиты	Место постройки
			длина наибольшая	длина расчетная	ширина	высота борта	осадка							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Crystal Diamond	2	126,2	119,2	19,0	10,7	7,6	9751	14,17	5400	12120	16	2	INP Heavy Industries Co Ltd, Korea
2	Clipper Karina	14	116,5	109,0	20,0	11,7	8,05	10696	13,98	4440	12511	10	2,3	STX Shipbuilding Co Ltd, Busan, Korea
3	Bit Oktania	1	134,8	126,6	21,6	11,5	9,0	13600	14,1	6300	15067	14	2,3	Shanghai Edwards Shipbuilding Co Ltd, China
4	13700 DWT Oil/Chemical Tanker	1	134,4	127,0	20,8	11,0	7,4	11200	14,5	6150	14400	12	2	Jiangnan Shipyard (Group) Co Ltd
5	Tarnvag	1	141,2	133,0	21,6	11,5	8,7	14000	14,7	6300	16000	14	2	Shanghai Edwards Shipbuilding Co Ltd, China
6	Bro Deliverer	3	146,8	134,4	22,0	11,8	8,2	14776	13	4760	19043	13	2,3	Jinling Shipyard, China
7	Pascale Knutsen	1	141,65	133,83	23	12,13	8,01	14848	13,45	5240	17850	10	2	S.A. Juliana Constructora Gijonesa, Gijon/España

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	15200 DWT Product/Chemical Tanker	-	139,75	134,7	21,0	10,6	8,08	15267	14,0	6000	16050	12	2	TVK Shipyard
9	Ramona	2	144	134,4	21,5	12,5	8,0	13200	14,5	6300	19200	-	2	Shanghai Edwards Shipbuilding Co Ltd. China
10	Альгаир	1	149,3	141	23,8	12,65	8,52	17553	15,5	-	23350	-	-	Уїжанік Словакія
11	Algoscotia	1	148,8	138,2	23,76	12,8	9,0	18000	14,0	6300	21110	14	2	Jiangnan Shipyard
12	FS Philippine	3	140	134	23	12,4	8,3	15651	14	6300	19444	10	2	ENVC, Portugal
13	Nb01	1	149,95	142,9	23,2	13,05	9,95	19990	14,5	5920	22224	14	2	Soli Shipyard
14	25000 DWT Oil/Chemical Tanker	1	169,9	159,06	25,4	14,9	10,9	25000	14,0	7200	30000	14	2	Eregli Shipyard
15	Otomana	2	169,0	158,7	27,4	14,6	9,5	25000	15,5	8670	33000	12	2	Selik Tekne Shipyard, Turkey

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
16	Castillo De Trujillo	-	182,14	174,85	25,3	14,8	11,37	30583	15,0	8532	37187	-	3	Duzgit (Maks Tanker)
17	Bunga Melati Satu	2	177,15	168	30	15,2	10,0	30317	14,8	6350	35909	34	2,3	Hyundai Heavy Industries Co Ltd, Korea
18	33000 DWT Oil/ Chemical Tanker	1	183,0	179,0	28,4	15,2	10,4	30000	14,0	6050	38400	28	2	Проект
19	Huntestern	1	184,9	176,0	31,0	16,4	10,6	37300	15,2	8580	-	16	2	Jinling Shipyard, 2005
20	Chemical Tanker BS88	1	182,8	175,25	32,2	17,95	11,5	40000	15,3	12750	52100		1,2,3	Проект
21	Bunga Bakawali	4	183,0	174,0			12,1	45553	15,0	9480	53502	20	2	SLS Shipbuilding Co., Ltd
22	Баренцево море	1	182,5	174,8	32,19	17,5	12,2	47363	15,4	-	54298	-	-	Хорватия
23	Oil/Chemical Tanker	1	182,5	175,0	32,2	18,0	12,6	49000	14,4	9480	56500	12	2,3	Проект

По архитектурно-конструктивному типу – это однопалубные суда, с баком и ютом, машинным отделением в корме, с двойным дном и двойными бортами в районе грузовых танков. Количество грузовых танков от 8 до 24. Большинство из рассмотренных судов имеют избыточный надводный борт [5].

Все рассмотренные суда имеют бульб в носу и транцевую корму, носовое подруливающее устройство.

На нефтехимовозах установлены двигатели внутреннего сгорания с прямой передачей на винт либо через редуктор с понижением частоты вращения гребного винта. Установки одновальные.

Конструкция корпуса характеризуется наличием большого числа гофрированных поперечных переборок и одной диаметральной гофрированной продольной переборкой. Между грузовыми танками и носовыми отсеками, а также между группами грузовых танков, предназначенными для перевозки несовместимых сортов груза, устроены коффердамы. Судовой набор корпуса этих судов в районе грузовых танков вынесен на верхнюю палубу, в двойные борта и двойное дно. На отдельных судах корпус в районе грузовых танков выполнен из нержавеющей стали [6].

Соотношения главных размерений данных судов лежат в следующем диапазоне:

$$L(bp)/B = 5,4 \div 6,9; L(bp)/D = 9,7 \div 12,7; B/d = 2,2 \div 2,9; D/d = 1,3 \div 1,6.$$

Скорость хода этих судов изменяется от 13,5 узлов до 15,5 узлов, что соответствует числам Фруда $Fr = \frac{v}{\sqrt{gL}}$ от 0,18 до 0,21.

Зависимость вместимости грузовых танков W_{zp} , м³, от дедвейта Dw , т представлена на рис. 1, которая аппроксимируется выражением

$$W_{zp} = 1,2Dw - 947, \text{ м}^3. \quad (1)$$

Вместимость чисто балластных танков у этих судов составляет от 34 % до 42 % от грузовой вместимости, в среднем – 38 % от грузовой вместимости.

Зависимость кубического модуля $L(bp)BD$, м³ от дедвейта Dw , т представлена на рис. 2. Выражение для определения кубического модуля имеет вид

$$L(bp)BD = 2,24Dw + 3048, \text{ м}^3. \quad (2)$$

Длина между перпендикулярами изменяется от 109 м до 185 м в зависимости от дедвейта, как показано на рис. 3, и ее можно определить в виде

$$L(bp) = 64,9 + 5,3 \cdot 10^{-3} Dw - 6 \cdot 10^{-8} Dw^2, \text{ м}. \quad (3)$$

Была рассмотрена также зависимость длины между перпендикулярами от дедвейта $Dw^{1/3}$, представленная на рис. 4, которая аппроксимируется выражением

$$L(bp) = 4,4Dw^{1/3} + 25,8, \text{ м.} \quad (4)$$

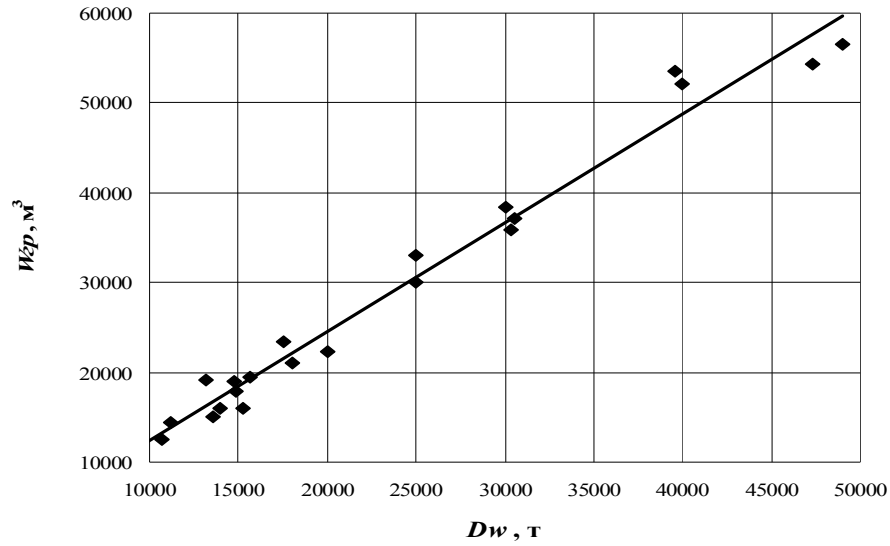


Рис. 1. Зависимость грузопместимости от дедвейта

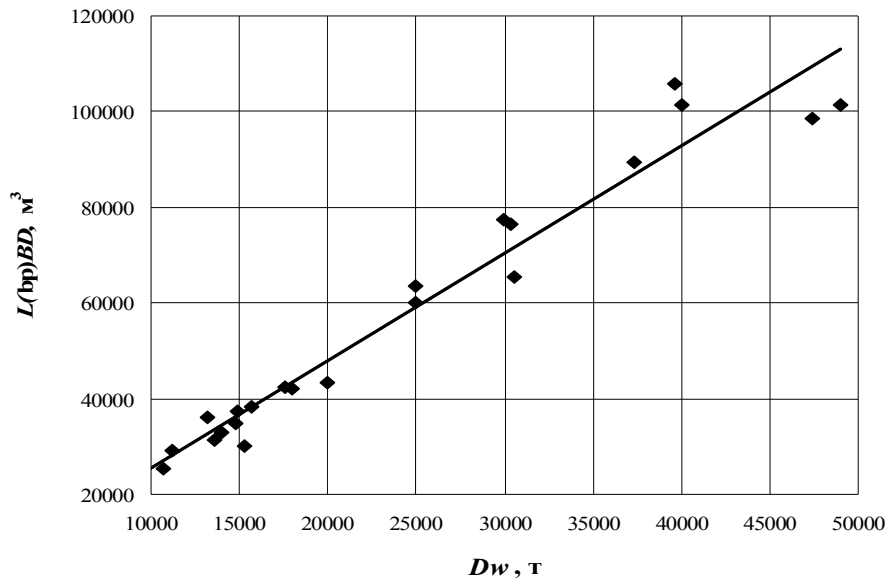


Рис. 2. Зависимость кубического модуля от дедвейта

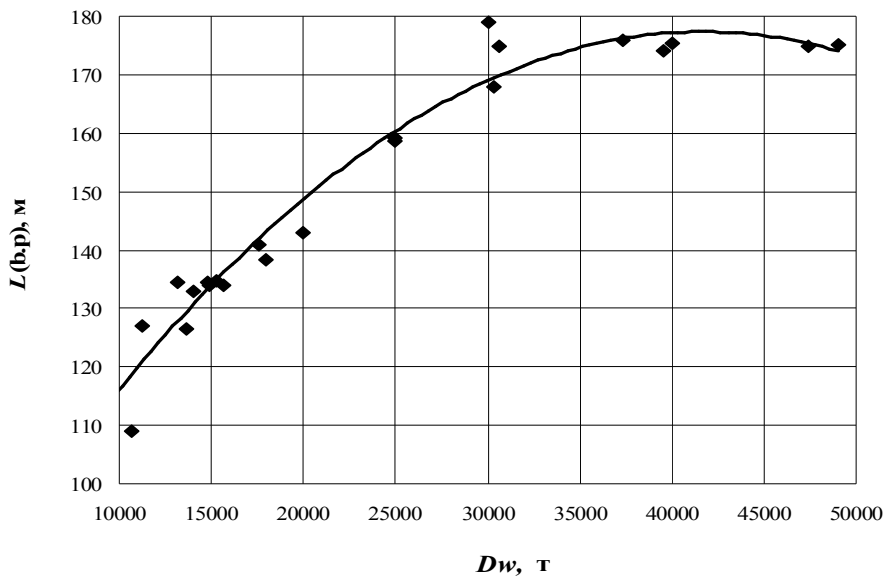


Рис. 3. Зависимость длины между перпендикулярами от дедвейта

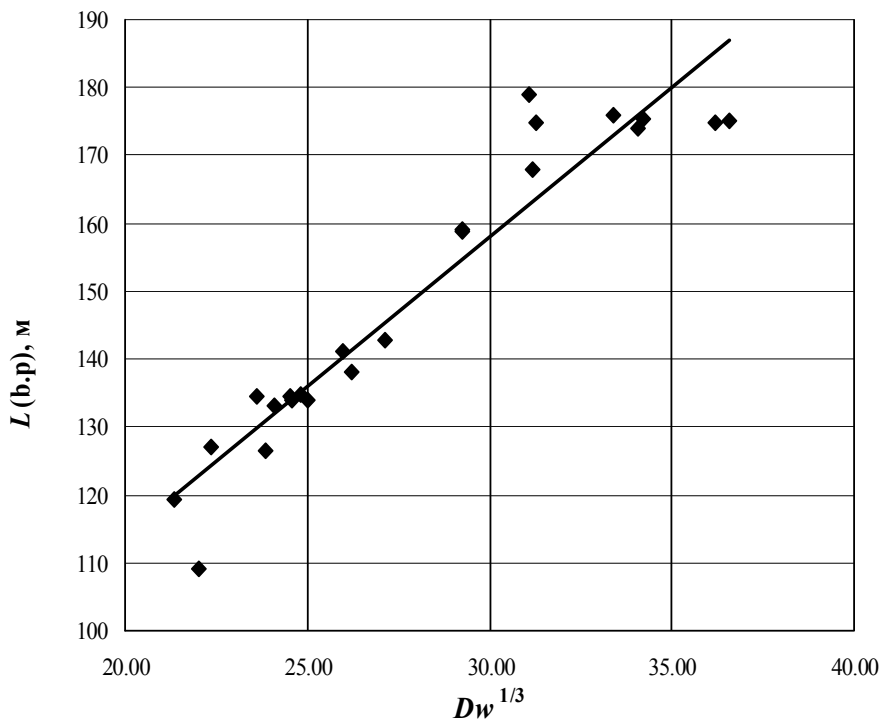


Рис. 4. Зависимость длины между перпендикулярами от $Dw^{1/3}$

При определении длины между перпендикулярами в зависимости от дедвейта получается меньшая ошибка, поэтому рекомендуется определять длину между перпендикулярами в функции от дедвейта.

Наибольшая длина представлена зависимостью от длины между перпендикулярами на рис. 5 и определяется выражением

$$L_{\max} = L(bp) + 8,6, \text{ м.} \quad (5)$$

Проанализирована зависимость ширины судна B от дедвейта Dw и $Dw^{1/3}$. Эти зависимости представлены на рис. 6 и рис. 7.

Получены выражения

$$B = 16,9 + 4 \cdot 10^{-4} Dw, \text{ м,} \quad (6)$$

$$B = 0,9Dw^{1/3} - 0,34, \text{ м.} \quad (7)$$

Более точно ширина определяется в функции от $Dw^{1/3}$.

Зависимости высоты борта D от дедвейта Dw и кубического модуля $L(bp)BD$ представлены на рис. 8 и рис. 9, которые аппроксимируются выражениями

$$D = 9,04 + 2 \cdot 10^{-4} Dw, \text{ м,} \quad (8)$$

$$D = 8,7 + 9 \cdot 10^{-5} L(bp)BD, \text{ м.} \quad (9)$$

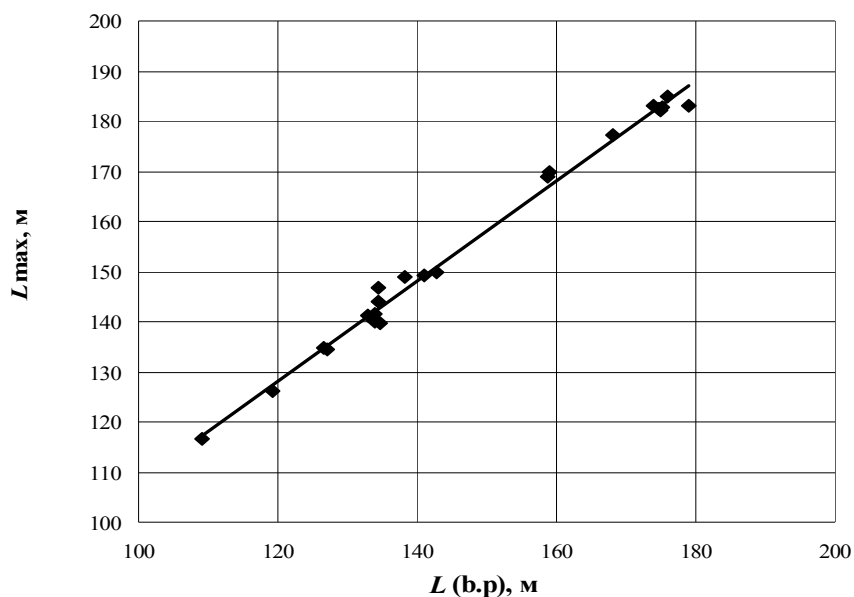


Рис. 5. Зависимость наибольшей длины от длины между перпендикулярами

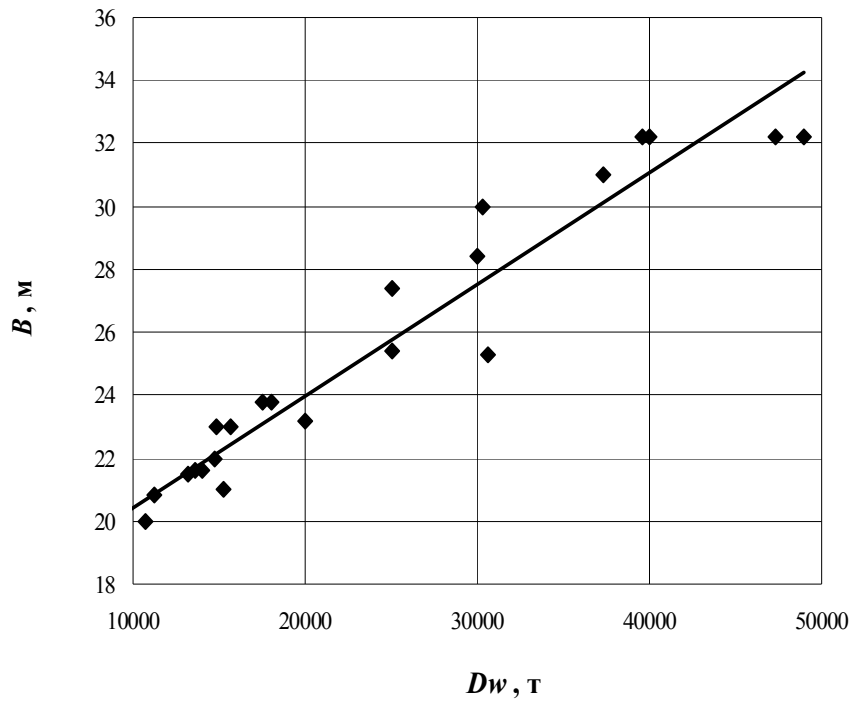


Рис. 6. Зависимость ширины судна от дедвейта

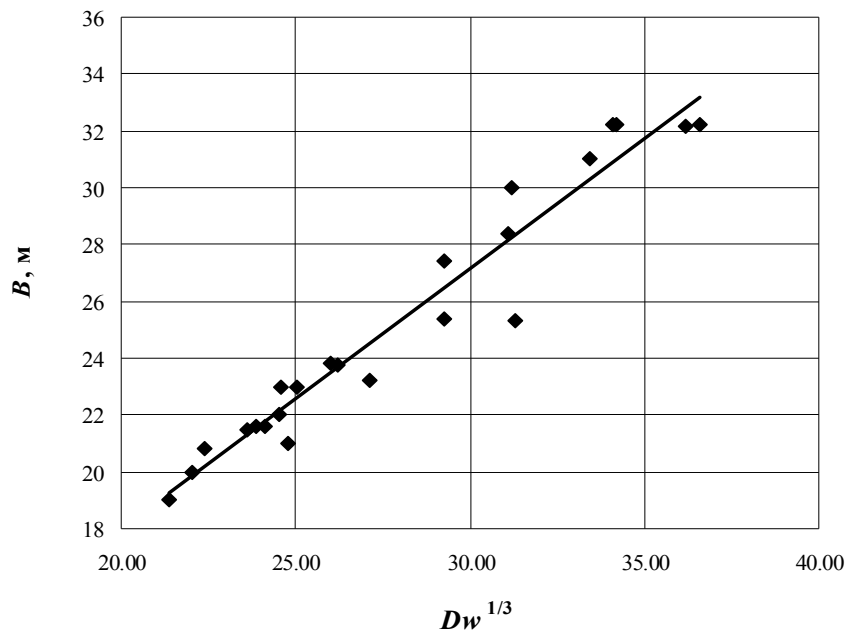


Рис. 7. Зависимость ширины судна от $D_w^{1/3}$

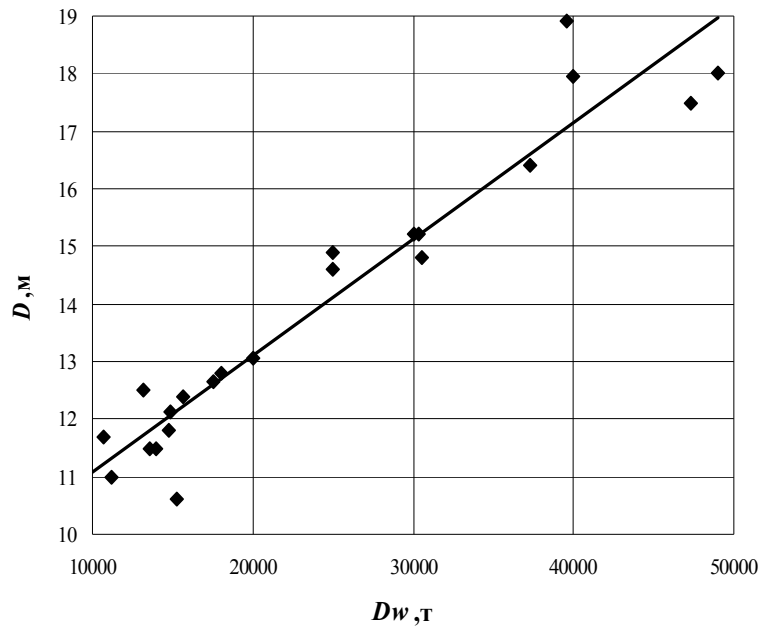


Рис. 8. Зависимость высоты борта судна от дедвейта

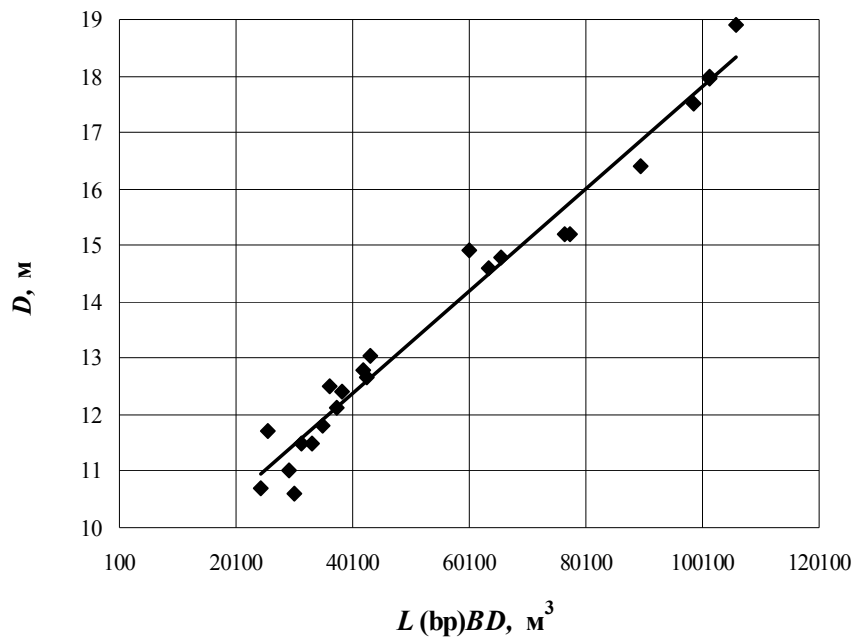


Рис. 9. Зависимость высоты борта судна от кубического модуля

Рекомендується висоту борта D определять как функцию кубического модуля.

Рассмотрены зависимости осадки d от дедвейта Dw и $Dw^{1/3}$ (см. рис. 10 и рис. 11), которые представлены в виде

$$d = 7,1 + Dw \cdot 10^{-4}, \text{ м}, \quad (12)$$

$$d = 0,28Dw^{1/3} + 1,5, \text{ м}. \quad (13)$$

Более точный результат получается при определении осадки в функции от $Dw^{1/3}$.

Была проанализирована зависимость мощности главного двигателя Ne от дедвейта Dw , которая представлена на рис. 12, и зависимость коэффициента энерговооруженности $\eta = \frac{Ne}{\Delta}$ от водоизмещения Δ (см. рис. 13).

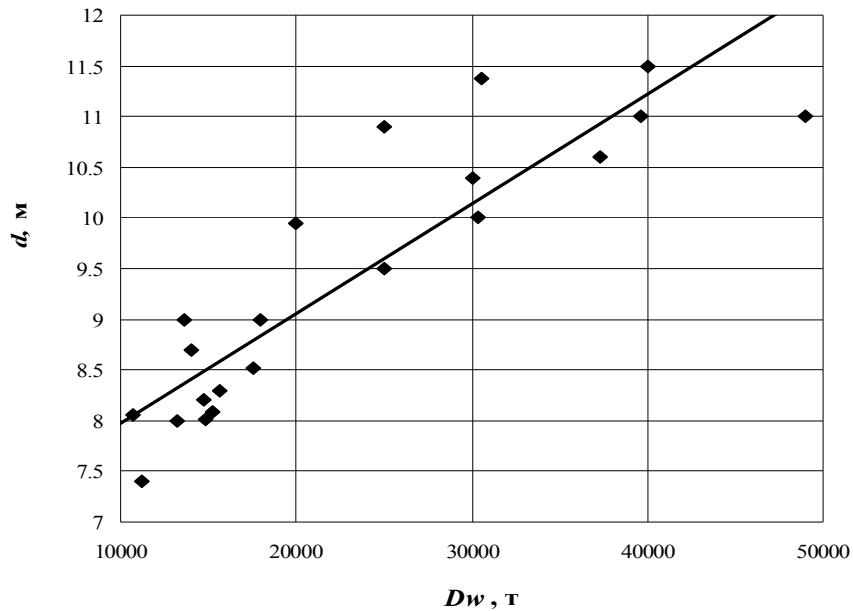


Рис. 10. Зависимость осадки судна от дедвейта

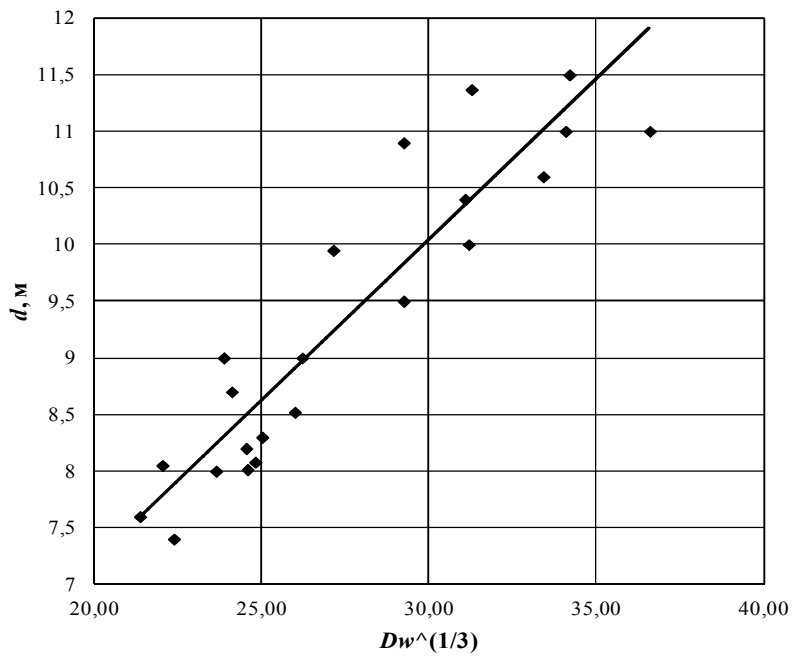


Рис. 11. Зависимость осадки судна от $Dw^{1/3}$

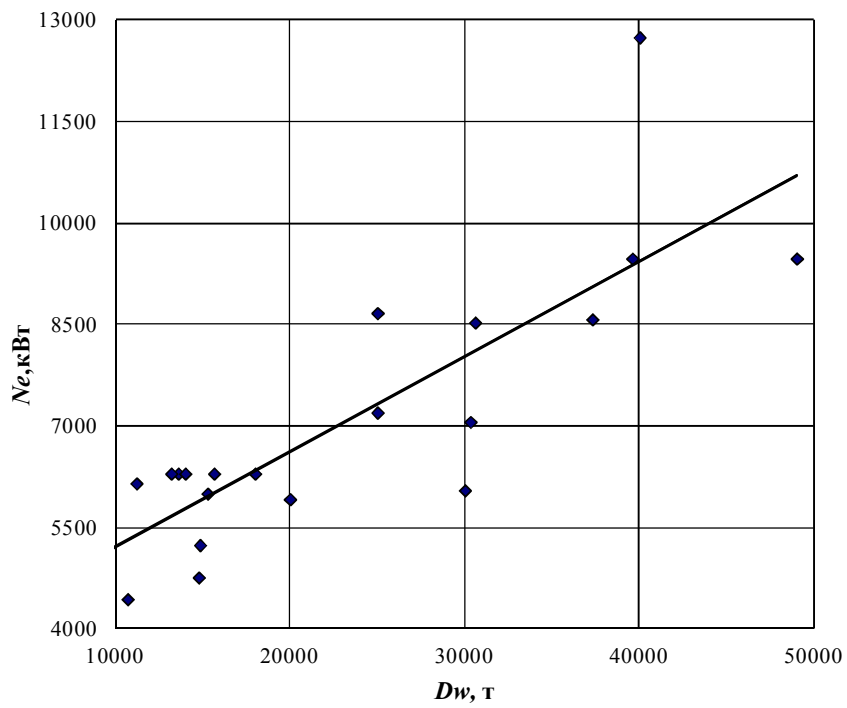


Рис. 12. Зависимость мощности главного двигателя судна от дедвейта

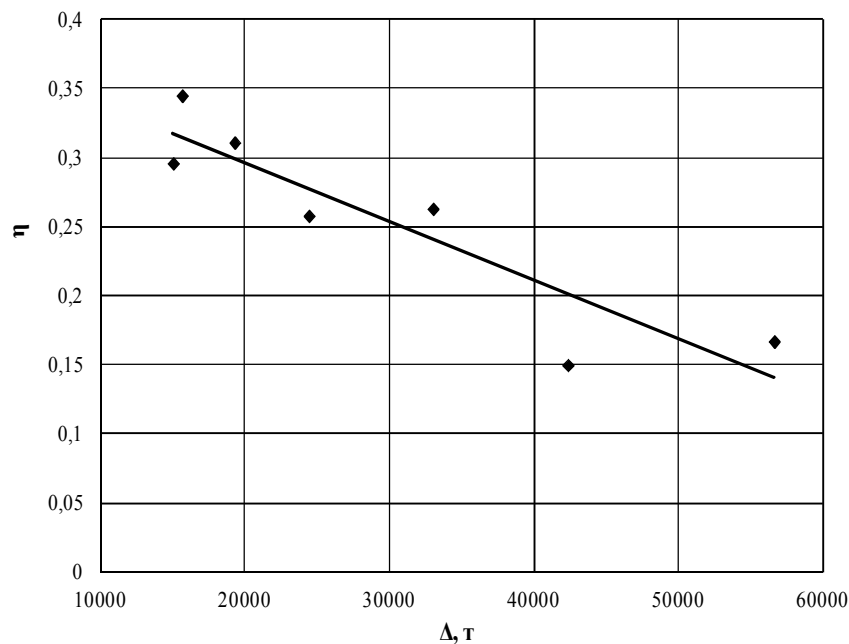


Рис. 13. Зависимость коэффициента энерговооруженности от водоизмещения

Полученные зависимости аппроксимируются выражениями

$$N_e = 3803 + 0,14D_w, \text{ кВт}, \quad (14)$$

$$\eta = 0,41 - 5 \cdot 10^{-6} \Delta. \quad (15)$$

Рекомендуется определять мощность двигателя N_e в зависимости от дедвейта D_w .

В результате выполненного анализа были получены графические и аналитические зависимости, которые позволяют определить грузовместимость, главные размерения и мощность энергетической установки в первом приближении при проектировании нефтехимовозов неограниченного района плавания дедвейтом более 10000 тонн.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. *Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Dangerous Chemical in bulk.* – London: IMO, 2004.
2. Потравко А.С. Анализ основных характеристик современных малых морских нефтехимовозов // *Вісник ОНМУ.* – Одеса: ОНМУ, 2007. – Вип. 27. – С. 39-48.
3. *Significant ships of 2006.* – London: The Royal Institution of Naval Architects. – 2007. – 107 p.

4. *Каталог судов. ЦНИИМФ. Морской флот: Техно-экономические характеристики. – СПб.: Изд. ЦНИИМФ, 2002. – 246 с.*
5. *Ногид Л.М. Проектирование морских судов. Выбор показателей формы и определение мощности энергетической установки проектируемого судна. – Л.: Судостроение, 1976. – 208 с.*
6. *Барабанов Н.В. Конструкция корпуса морских судов. – Л.: Судостроение, 1969. – 695 с.*

Стаття надійшла до редакції 15.06.2018

Рецензенти:

кандидат технічних наук, провідний науковий співпрацівник к.т.н., провідний науковий співробітник відділу морехідних якостей Морського Інженерного Бюро **А.Є. Нільва**

кандидат технічних наук, доцент кафедри «Теорія і проектування корабля ім. проф. Ю.Л. Воробйова» Одеського національного морського університету **Н.В. Єфремова**