

PROCEDURE OF CALCULATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE SHIP SUPPLY

ПОРЯДОК РАСЧЕТА ХАРАКТЕРИСТИКИ СНАБЖЕНИЯ СУДНА

Olha V. Pankova

olga.pankova@nuos.edu.ua

ORCID: 0000-0002-8565-9159

О. В. Панкова,

канд. техн. наук, доц. кафедры ТПС

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolaiv

Национальный университет кораблестроения им. адмирала Макарова, г. Николаев

Abstract. The algorithm of the calculation of the characteristics of the ship supply is considered with the use of the statistical data on the ships of different types, such as a bulk carrier, tanker, general-purpose cargo ship, container ship. This value has a substantial impact on the ship weight load. Consequently, determination of the characteristics of the supply plays an important role in the ships design. The aim of the study is to make the algorithm of the calculation of the characteristics of the ship supply on the basis of the statistical data. The algorithm of the determination of the characteristics of the ship supply includes the following: the algorithm of the calculation of the height from the summer waterline to the upper edge of the deck plating of the highest deckhouse and the algorithm of the calculation of the sail area. The error in the calculation of the sail area with the use of this algorithm is also determined. The results of the studies are recommended for specialists in the area of ship design, graduate students and undergraduate students of senior courses of the shipbuilding faculty.

Keywords: statistical analysis; summer waterline; characteristics of the ship supply; sail area.

Аннотация. Составлен алгоритм расчета характеристики снабжения судна с использованием статистических данных по судам разных типов, таких как балкер, танкер, универсальное сухогрузное судно, контейнеровоз. Определение характеристики снабжения играет важную роль при проектировании судов, так как данная величина оказывает существенное влияние на весовую нагрузку судна.

Ключевые слова: статистический анализ; летняя грузовая ватерлиния; характеристика снабжения; площадь парусности.

Анотація. Складено алгоритм розрахунку характеристики постачання судна з використанням статистичних даних щодо суден різних типів, таких як балкер, танкер, універсальне суховантажне судно, контейнеровоз. Визначення характеристики постачання відіграє важливу роль при проектуванні суден, оскільки дана величина робить істотний вплив на вагове навантаження судна.

Ключові слова: статистичний аналіз; літня вантажна ватерлінія; характеристика постачання; площа парусності.

REFERENCES

- [1] Ashik V.V. *Proektirovanie sudov* [Ship design]. Leningrad, Sudostrieniye Publ., 1980. 320 p.
- [2] Pankova O.V. *Opredelenie kharakteristiki snabzhenia na osnove statisticheskikh dannykh* [Determination of the characteristics of the ship supply on the basis of statistical data]. *Zbirnyk naukovykh prats NUK* [Collection of Scientific Publications of NUS], 2014, issue 3, pp. 22–25.
- [3] *Pravyla klasyfikatsii ta pobudovy morskykh suden. Rehistr sudnoplavstva Ukrainy* [Rules of classification and construction of marine ships. The Shipping Register of Ukraine. Vol. 1–4]. Kyiv, 2002, vol. 1–4.
- [4] *Rules for Building and Classing Steel Vessels*. Texas, American Bureau of Shipping, 2012.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для транспортных судов прочностные характеристики якорного снабжения должны рассчитываться по «характеристике снабжения» N_c .

По данным характеристики снабжения N_c , исходя из Правил Регистра судоходства, можно по-

лучить для данного судна число и массу становых якорей, массу стоп-анкера, калибр и длину якорных цепей; длину и разрывное усилие буксирного троса, число, длину и разрывное усилие швартовых тросов. Все эти данные необходимо знать при использовании имеющегося снабжения и для зака-

за снабжения в случае необходимости их замены [3, 4].

Алгоритм расчета характеристики снабжения, составленный на основе анализа статистических данных, дает возможность получить более точный результат.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Правила постройки судов позволяют определить тип, число и массу судовых якорей по характеристике снабжения судна. Формулы для определения характеристики снабжения представлены в Регистре судоходства, Английском Ллоиде, Германском Ллоиде и Норвежском Бюро Веритас [3, 4].

Статистические данные позволяют вычислить с помощью эмпирических формул значения компонентов для определения характеристики снабжения.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ – на основе статистических данных составить алгоритм расчета характеристики снабжения судна.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для возможности более точного анализа весовых характеристик дополняем базу данных судов важной расчетной величиной – характеристикой снабжения N_c (Правила Регистра, часть 3, п. 3.2.1) [2]:

$$N_c = V^{2/3} + 2Bh + 0,1A,$$

где V – объемное водоизмещение судна, м³; B – наибольшая ширина судна, м; h – высота от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м; A – площадь парусности в пределах длины судна, считая от летней грузовой ватерлинии, м² [1].

Приведенные в расчетах формулы в большей части не упрощаются. Это выполнено с целью повышения производительности вычислительных машин при обработке вычислений и наглядности при проверке построения формул [1].

Алгоритм вычисления величины h следующий.

Исходные данные [2]:

- тип судна (балкер, танкер, универсальное сухогрузное судно, контейнеровоз);
- высота от основной линии (ОЛ) до палубы бака (ПБ) в точке примыкания к форштевню Z_{fdeck} , м;
- высота борта H , м;
- спецификационная осадка судна T_{sp} , м;
- длина судна наибольшая L_{max} , м;
- ширина судна наибольшая B , м;
- количество экипажа n , чел.

Длина судна между перпендикулярами [1], м:

$$L_{pp} = L_{max} / 1,077.$$

Отстояние от самой носовой точки судна до лобовой стенки надстройки $L_{SuperstrB}$ находится методом

наименьших квадратов на основе базы данных, состоящей из 50 проектов судов.

Для учета типа судна при вычислении $L_{SuperstrB}$ определяем сложное логическое выражение:

если тип судна танкер или балкер, то

$$L_{SuperstrB}(L_{max}) = L_{max} 0,414L_{max}^{0,13};$$

если универсальное сухогрузное судно или контейнеровоз, то

$$L_{SuperstrB}(L_{max}) = L_{max} 0,481L_{max}^{0,12}.$$

Для учета наличия на судне надстройки бака в алгоритме требуется логическое выражение:

если $Z_{fdeck} < H$, то $Z_{fdeck} = H$, в противном случае дополнительных операций не требуется.

Для учета максимальной границы зоны видимости вводим логическое выражение:

если $2L_{pp} \geq 500$, то $L_{pp} = 250$, в противном случае дополнительных операций не требуется.

Тогда $h = 0,9 + (Z_{fdeck} - T_{sp} + 1,2)(L_{SuperstrB} + 2L_{pp}) / (2L_{pp})$.

Например, для $L_{pp} = 100$ м, $Z_{pdeck} = 10$ м, $T_{sp} = 5$ м, $L_{SuperstrB} = 80$ м

$$h = 0,9 + (10 - 5 + 1,2)(80 + 2 \cdot 100) / (2 \cdot 100) = 9,58 \text{ м.}$$

И еще одно логическое выражение вводится для небольших судов или судов с ограниченной габаритной высотой, у которых предусматривается, как минимум, один ярус жилой надстройки, располагающейся выше высоты от основной линии до палубы бака в точке примыкания к форштевню Z_{fdeck} на 2,6 м (принятая высота рулевой рубки для малых судов):

если $h - (Z_{fdeck} - T_{sp}) < 2,6$, то $h = Z_{fdeck} - T_{sp} + 2,6$.

Логическое выражение для проверки возможности размещения экипажа в надстройке:

$$h_1 = (0,03L_{max}B^{1,8} + 35n) / 0,7L_{max}(1 - L_{SuperstrB})0,9B + H - T_{sp}.$$

Если $h < h_1$, то $h = h_1$.

Алгоритм вычисления площади парусности A следующий.

Исходные данные [2]:

- тип судна (балкер, танкер, универсальное сухогрузное судно, контейнеровоз);
- длина судна наибольшая L_{max} , м;
- ширина судна наибольшая B , м;
- высота борта H , м;
- спецификационная осадка судна T_{sp} , м;
- высота от основной линии до палубы бака в точке примыкания к форштевню Z_{fdeck} , м;
- отстояние (параллельно ОЛ) от самой носовой точки палубы бака до кормовой переборки надстройки бака L_{fdeck} , м;
- высота от ОЛ до палубы юта (ПЮ) в точке примыкания к ахтерштевню Z_{pdeck} , м;

– отстояние (параллельно ОЛ) от самой кормовой точки палубы юта до носовой переборки надстройки юта L_{pdeck} , м;

– количество экипажа n , чел.

Парусность корпуса

$$A_1 = (H - T_{sp})L_{max} / 1,046 .$$

Затем прибавляется площадь парусности надстройки бака. Для учета наличия на судне надстройки бака в алгоритме требуется логическое выражение:

если $(Z_{fdeck} - H) > 0$, то $A_2 = A_1 + L_{fdeck}(Z_{fdeck} - H)$, в противном случае дополнительных операций не требуется.

Прибавляется площадь парусности надстройки юта. Для учета наличия на судне надстройки юта в алгоритме требуется логическое выражение:

если $(Z_{pdeck} - H) > 0$, то $A_3 = A_2 + L_{pdeck}(Z_{pdeck} - H)$, в противном случае дополнительных операций не требуется.

Прибавляется площадь парусности жилой надстройки и машинных помещений и дымовой трубы:

$$A_4 = A_3 + 1,35\{ 0,03L_{max}B^{1,8} + 35n\} / 0,9B].$$

Также прибавляется площадь парусности комингсов люков для сухогрузных судов.

Для учета типа судна определяем два логических выражения:

если тип судна балкер, то $A = A_4 + 1,5(L_{max} 0,414L_{max}^{0,13} - 0,0628L_{max})$, в противном случае дополнительных операций не требуется;

если сухогрузное судно, то $A = A_4 + 1,5(L_{max} 0,481L_{max}^{0,12} - 0,0628L_{max})$, в противном случае дополнительных операций не требуется.

Анализ сравнения результатов расчета полученной функции для приближенного определения пло-

щади парусности с пятью данными судов из документов представлен в таблице.

Тип судна	Площадь парусности A , м ² , по документу	Результат функции A , м ² , по расчетам	Ошибка, %
Балкер	2280	2294	-1
Танкер	481	288	40
Танкер с учетом высоты надпалубного тронка	481	374	22
Универсальное сухогрузное судно	475	369	22
Универсальное сухогрузное судно	641	591	8
RO-RO	139	158	-14

Далее эти функции объединяются для вычисления характеристики снабжения N_c .

ВЫВОДЫ

1. На основе статистических данных составлен алгоритм расчета характеристики снабжения судна.

2. Из сравнительной таблицы видно, что конструктивные особенности судов приводят к возрастанию ошибки до 40 % (при исправлении высоты борта танкера – на высоту борта с учетом высоты тронка – ошибка уменьшилась до 22 %). Также из таблицы просматривается влияние неучтенных фальшбортов для малых судов (результат занижен на 8 % – 22 %).

3. Тем не менее, учитывая, что величина площади парусности A в формуле характеристики снабжения N_c умножается на 0,1 (влияние ошибки ослабнет в 10 раз – т. е. максимальная ошибка составит не 40 %, а всего 4 %), автор предполагает дальнейшее использование этой функции для вычисления N_c .

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Ашик, В. В. Проектирование судов [Текст] / В. В. Ашик. – Л. : Судостроение, 1980. – 320 с.
- [2] Панкова, О. В. Определение характеристики снабжения судна на основе статистических данных [Текст] / О. В. Панкова // Зб. наук. праць НУК. – Миколаїв : НУК, 2014. – № 3 (453). – С. 22–25.
- [3] Правила класифікації та побудови морських суден [Текст]. – К. : Регістр судноплавства України, 2002. – Т. 1–4.
- [4] Rules for Building and Classing Steel Vessels. [Text] / American Bureau of Shipping. – Texas, 2012.

© О. В. Панкова

Надійшла до редколегії 03.11.2014

Статтю рекомендує до друку член редколегії ЗНП НУК д-р техн. наук, проф. В. О. Некрасов