

ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ ПОРОЖНЕМ НАКАТНЫХ СУДОВ НА НАЧАЛЬНЫХ СТАДИЯХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Нго Тиен Хыонг, асп.

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. Путем обработки статистических данных по массам водоизмещения порожняком накатных судов получено уравнение для определения массы водоизмещения порожнем накатного судна на начальных стадиях его проектирования.

Ключевые слова: водоизмещение порожнем, накатные суда, зависимость, кубический модуль, модуль массы оборудования, мощность главного двигателя, формула, величина достоверности аппроксимации R^2 , точность.

Анотація. Шляхом обробки статистичних даних по масах водотоннажності порожнем накатних суден отримане рівняння для визначення маси водотоннажності порожнем накатного судна на початкових стадіях його проектування.

Ключові слова: водотоннажність порожнем, накатне судно, залежність, кубічний модуль, модуль маси обладнання, потужність головного двигуна, формула, величина вірогідності апроксимації R^2 , точність.

Abstract. Equation for determination of light displacement of rolling vessels at the preliminary stages of design is obtained by means of statistic data processing in the field of weight of light displacement of rolling vessels.

Keywords: light displacement, rolling vessel, dependence, cubic module, equipment weight module, primary engine capacity, formula, value of approximation validity R^2 , accuracy.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Водоизмещение порожнем — это сумма всех масс, из которых складается масса построенного судна с оборудованием, механизмами и устройствами, а также массы тех частей жидких грузов, которые находятся в котлах, механизмах и трубопроводах подготовленной к запуску энергетической установки, массы остатков жидких грузов, которые не могут быть удалены из цистерн при откачке (т. н. мертвый запас) и массы твердого

балласта, укладываемого на некоторых судах для обеспечения остойчивости и посадки*.

Подробный расчет всех составляющих масс водоизмещения порожнем судна выполняется в соответствии с типовой разбивкой по разделам и группам на стадии разработки технического проекта судна после того, как произведен полный набор корпуса по Правилам классификационного общества и стала известной полная номенклатура механизмов

* Режим доступа : <http://www.marinedictionary.ru/handbook/displacement.htm>.

и оборудования силовой установки, палубных механизмов, навигационного, радиооборудования и т. д.

На начальных стадиях проектирования расчет водоизмещения судна порожнем обычно осуществляется постатейным перерасчетом составных нагрузки масс близкого прототипа. В случае отсутствия близкого прототипа водоизмещение судна порожнем можно определить с помощью эмпирического материала. При этом водоизмещение судна порожнем находится с помощью зависимостей, полученных путем обработки существующих статистических данных с использованием регрессионного анализа. Это направление является *актуальным* на сегодняшний день и представляет как научный, так и практический интерес для решения проблем проектирования накатных судов.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ — разработка способа определения водоизмещения судна порожнем накатных судов на начальных стадиях их проектирования на основе современных статистических данных и способов обработки.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Исходными величинами для определения водоизмещения судна порожнем накатного судна на начальных стадиях проектирования являются: длина судна между перпендикулярами, м; ширина судна, м; высота борта судна до верхней палубы, м; число грузовых палуб судна, ед.; мощность главного двигателя, кВт [1].

Статистический анализ с помощью этого набора независимых величин выполнен на основе информации по весовым нагрузкам более 40 вариантов накатных судов [3, 4]. Среди них суда разных размерений и разного числа грузовых палуб: малые, средние и большие.

На начальных стадиях проектирования, в особенности из-за отсутствия близкого прототипа, массу судна порожнем удобно разбить на минимальное количество составляющих. При этом разбивка судна должна иметь физическое содержание и не уменьшать точность вычислений. Сейчас в разных странах действуют свои системы разбивки водоизмещения порожнем на составляющие. Общепринятой в практике проектирования стран СНГ является разбивка массы судна порожнем на три основные части: массу металлического корпуса, массу оборудования и массу энергетической установки. В данной работе водоизмещение порожнем рассматривается также по трем укрупненным статьям нагрузки: металлическому корпусу, оборудованию, энергетической установке:

$$D_{\text{пор}} = P_{\text{м.к}} + P_{\text{об}} + P_{\text{м}}, \quad (1)$$

где $P_{\text{м.к}}$ — масса металлического корпуса, включающая массы фундаментов и подкреплений, т; $P_{\text{об}}$ — масса оборудования, включая дельные вещи, неметаллические части корпуса, покрытия, окраску, зашивку помещений, изоляцию, оборудование помещений, судовые устройства, системы, штурманское вооружение, электроэнергетические системы, запасные части, постоянные жидкие грузы и т. п., т; $P_{\text{м}}$ — масса механизмов, т.

Масса металлического корпуса $P_{\text{м.к}}$ вычисляется по зависимости [2]:

$$P_{\text{м.к}} = 0,072LBH + 644, \quad (2)$$

где L — длина судна между перпендикулярами, м;

B — ширина судна, м;

H — высота борта судна до верхней палубы, м;

или по зависимости [2]:

$$P_{\text{м.к}} = 0,382(n^{1/4}LBH)^{0,83}, \quad (3)$$

где n — число грузовых палуб судна, ед.

Зависимость (3) дает лучший результат, чем зависимость (2) [1].

На основе обработки статистических данных с использованием регрессионного метода, реализуемого программой Excel, автор получил следующую зависимость для массы оборудования накатных судов, т:

$$P_{об} = 1,152(LBH)^{2/3} - 63, \quad (4)$$

где $(LBH)^{2/3}$ — модуль массы оборудования. При этом величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,969$, что означает хорошее описание существующей зависимости.

График зависимости массы оборудования накатных судов $P_{об}$ от модуля $(LBH)^{2/3}$ представлен на рис. 1.

Так же, на основе обработки статистических данных с использова-

нием регрессионного метода, реализуемого программой Excel, автор получил следующую зависимость для массы энергетической установки (для среднеоборотных дизелей СОД) накатных судов, т:

$$P_{м} = 0,418N^{0,811}, \quad (5)$$

где N — мощности главного двигателя, кВт.

При этом величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0,943$, что означает хорошее описание существующей зависимости.

График зависимости массы энергетической установки накатных судов $P_{м}$ от мощности главного двигателя N представлен на рис. 2.

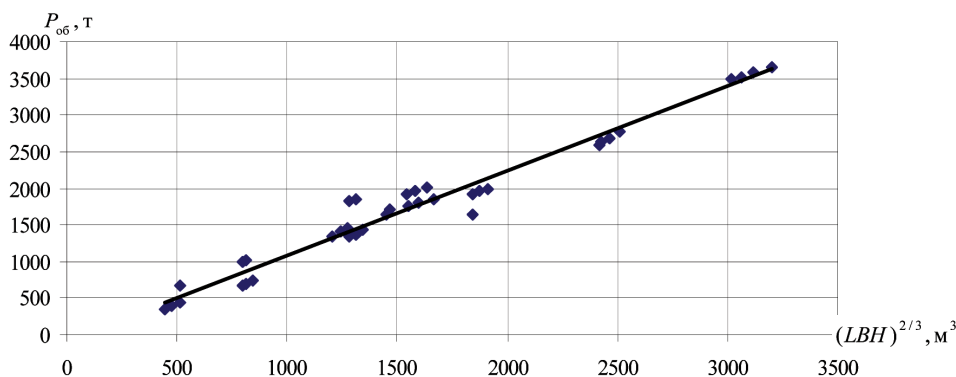


Рис. 1. График зависимости массы оборудования накатных судов от модуля $(LBH)^{2/3}$

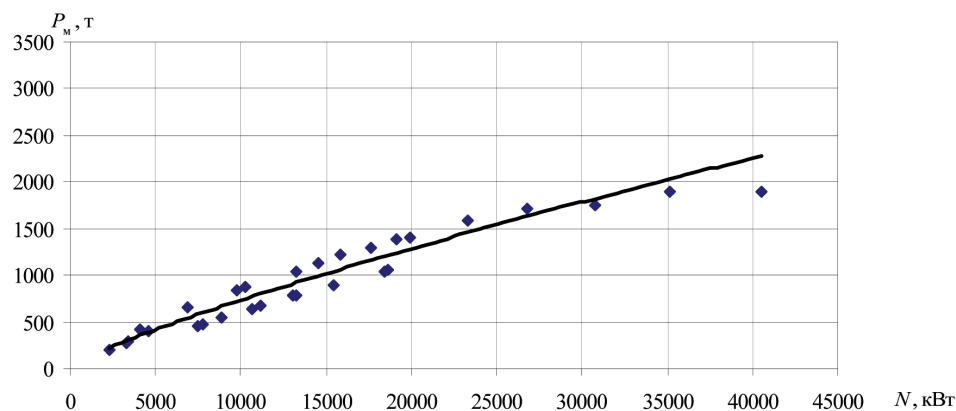


Рис. 2. График зависимости массы энергетической установки накатных судов $P_{м}$ от мощности главного двигателя N

Если полученные выражения (2), (4), (5) поставить в (1), получим общую зависимость водоизмещения порожнем $D_{\text{пор}}$ накатных судов, т:

$$D_{\text{пор}} = 0,072LBH + 1,152(LBH)^{2/3} + 0,418N^{0,811} + 581. \quad (6)$$

Для отражения в этой формуле влияния числа палуб нужно выражения (3)–(5) подставить в (1), тогда получим:

$$D_{\text{пор}} = 0,382(n^{1/4}LBH)^{0,83} + 1,152(LBH)^{2/3} + 0,418N^{0,811} - 63. \quad (7)$$

Зависимость (7) дает лучший результат, чем выражение (6).

ВЫВОДЫ

На основе современных статистических данных и средств регрессионного анализа получены формулы для определения водоизмещения порожнем накатных судов. Эти формулы, характеризующиеся высокой точностью аппроксимации эмпирических данных, предназначены для использования при составлении математических моделей накатных судов и при последующей оптимизации их основных характеристик на начальных стадиях проектирования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] **Ашик, В. В.** Проектирование судов [Текст] / В. В. Ашик. — Л. : Судостроение, 1985. — 320 с.
- [2] Исследование основных технико-эксплуатационных характеристик и архитектурно-конструктивного типа судна с горизонтальной погрузкой грузоподъемностью около 30000 м³ (тип Ро-8) [Текст] / М. М. Азизов, А. Е. Агранов, Е. И. Киселева, И. В. Шерстнева. — Труды ЦНИИМФ, 1974. — Вып. 187. — С. 3–32.
- [3] **Нго Тиен Хьонг.** Зависимости для определения массы металлического корпуса накатных судов на начальных стадиях проектирования [Текст] / Нго Тиен Хьонг // Зб. наук. праць НУК. — Миколаїв : Видавництво НУК, 2011. — № 1 (436). — С. 29–32.
- [4] **Соколов, Л. Г.** Технично-експлуатаційні обґрунтування вибору основних елементів і архітектурно-конструктивного типу сухогрузних судів з горизонтальним способом грузових операцій [Текст] / Л. Г. Соколов, М. М. Азизов. — Труды ЦНИИМФ, 1972. — Вып. 156. — С. 3–39.