



Рис. 1. Зависимость надводного борта от длины судна по различным методикам

- 1 – минимальный надводный борт по условию заливаемости для судов класса М.
- 2 – минимальный надводный борт по откорректированной методике для судов класса М.
- 3 – минимальный надводный борт по действующим правилам для судов класса М.
- 4 – минимальный надводный борт по действующим правилам для сухогрузных судов класса М – СП.
- 5 – минимальный надводный борт по действующим правилам для наливных судов класса М – СП

Список литературы:

[1] Российский Речной Регистр. Правила классификации и постройки судов внутреннего плавания, т.2. – М. «По Волге», 2002. – 394 с.
 [2] Международная конвенция о грузовой марке 1966 г., изм. Протоколом 1988 г. к ней (КГМ-66/88) (пересмотренная в 2003 г.), 2-е дополненное изд. 2007г. – 320 с. Серия «Судовладельцам и капитанам», выпуск 29.

Е.П. Роннов, Е.В. Купальцева
 ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

**РАСЧЕТ МАССЫ «МАЛОГО» ПАССАЖИРСКОГО СУДНА
 НА ЭТАПЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

Ключевые слова: проектирование судов, нагрузка масс, «малое» пассажирское судно.

Представлена математическая модель расчета нагрузки масс пассажирского судна. Рассмотрены выводы, полученные в результате анализа статистических данных составляющих нагрузки масс «малых» пассажирских судов.

Нагрузка масс судна является наиболее важной его характеристикой. Поэтому разработка методики, позволяющей наиболее точно определять ее величину на раннем этапе проектирования, позволит исключить возможные ошибки и дать наиболее верное представление о судне на дальнейших стадиях проектирования.

На этапе пред эскизного проектирования решение такой задачи является наиболее сложным из-за отсутствия необходимых для точного расчета данных. Поэтому в об-

щепринятой практике существуют стандартные методы: пересчет с данных близкого судна- прототипа с использованием измерителей массы и соответствующих модулей. Такой модуль необходимо найти для каждой из статей, составляющих полную массу судна. Форма модуля должна отражать влияние на измеритель массы изменяющихся проектных параметров. Таким образом, задача сводится к нахождению зависимости измерителя массы i -й составляющей нагрузки масс в функции от соответствующего модуля [1].

Вид такой зависимости возможно найти при решении следующей экстремальной задачи: из заданных возможных видов модулей, которые отличаются сочетанием элементов и характеристик судна и произвольных значений показателей степени при них, найти такие, при которых зависимость выражение, представляющее функциональное отношение измерителя массы к модулю, будет характеризоваться наибольшим коэффициентом корреляции, при этом критерий Фишера не будет ниже минимального значения.

«Малыми» пассажирскими судами, в данном случае, считаются суда, работающие на внутригородских и пригородных линиях, конструктивные и мощностные характеристики которых лежат в следующих пределах: длина составляет от 10 до 50 м, скорость хода в пределах от 13 до 24 км/ч, суммарную мощность силовой установки от 50 до 450 л. с., пассажировместимость в диапазоне от 40 до 300 чел [2].

На начальной стадии проектирования уравнение масс можно представить в следующего произведения

$$D = P_k + P_m + P_{mc} + DW^0 + \Delta D, \quad (1)$$

где D – полное водоизмещение судна, т;

P_k – масса оборудованного корпуса, т;

P_m – масса энергетической установки, т;

P_{mc} – масса топлива и смазки, т;

DW^0 – чистый дедвейт судна, т;

ΔD – запас водоизмещения, т.

В свою очередь, масса оборудованного корпуса рассчитывается в виде

$$P_k = P_{mk} + P_{н.ч.} + P_{об} + P_{окр} + P_{сн} + P_{су} + P_{сс} + P_э, \quad (2)$$

где P_{mk} – масса металлического корпуса и надстроек;

$P_{мн}$ – масса металлической надстройки;

$P_{н.ч.}$ – масса неметаллических частей в составе корпуса и надстроек;

$P_{об}$ – масса оборудования помещений;

$P_{окр}$ – масса окраски, цементировки, изоляции;

$P_{сн}$ – масса снабжения;

$P_{су}$ – масса судовых устройств и палубных механизмов;

$P_{сс}$ – масса судовых систем;

$P_э$ – масса электро и радио оборудования.

Масса металлического корпуса и надстроек представляется в виде суммы двух слагаемых

$$P_{mk} = P'_{mk} + P_{mn} \quad (3)$$

где P'_{mk} – масса металла собственно корпуса;

P_{mn} – масса металла надстройки.

По предложенной выше математической модели для каждой из составляющих выражения (1), а так же для массы механизмов P_m были найдены модули, дающие наиболее тесную взаимосвязь с соответствующими измерителями масс.

– Масса раздела «Корпус» «малых» пассажирских судов может составлять более половины массы всего судна. Точность расчёта этого раздела во многом определяет правильность нахождения водоизмещения всего судна. В общем случае для расчета массы данного раздела используется квадрат кубического модуля. Однако, наиболее точные результаты получены при расчете составляющих металла корпуса: наружной обшивки, настилов палуб, поперечного и продольного набора, поперечных переборок, насыщения корпуса и массы фундаментов. Для каждой из составляющих была найдена графическая и аналитическая зависимости, с помощью которых возможно определить их массу с высокой степенью точности.

– Для рассматриваемых судов выделено два типа надстроек: одноярусная (тип I) и полуутопленная в корпусе (типы II, III). Для расчета массы данной статьи оптимальным будет модуль, учитывающий максимальное количество пассажиров, а также отражающий ее геометрию. Таким является следующий вид модуля $n_{\max} LBH^q$

Значение степени q принимается равным 1 для судов I типа и 0,5 для судов II и III типов.

– Для разделов, которые прямо либо косвенно зависят от количества оборудованных мест (такowymi являются «Неметаллические части корпуса и надстроек», «Оборудование помещений», «Окраска, цементировка, изоляция», «Дельные вещи»), оптимальным подобран модуль $(LB)^2 H_1 n_m k$. Здесь H_1 – это приведенная высота борта, а k – количество палуб, предназначенных для размещения пассажиров.

– Разделы «Судовые устройства» и «Палубные механизмы» для «малых» пассажирских судов объединены, ввиду незначительности второй составляющей. Для расчета массы этих статей в общем случае подобран модуль $(LBH)^{2/3}$. Для расчета массы рулевого устройства следует использовать модуль (LTv) , а для массы буксирного, швартовного и иных устройств таковым является $(BT\delta^{3/4})$.

– Для разделов «Судовые системы», «Снабжение и инвентарь» и «Электро- и радио-оборудование» оптимальным определен модуль $(LBH)^2$.

– Закон изменения величины измерителя масс раздела «Механизмы» наиболее тесно связан с энерговооруженностью судна, а так же скоростью движения судна v , км/ч. Оптимальный модуль имеет вид $\left(\frac{N}{Dv}\right)$.

Для расчета массы каждого из разделов были получены графические и аналитические зависимости, позволяющие наиболее точно определять составляющие нагрузки. При оценке разработанной методики был произведен расчет этих составляющих и сделаны выводы об ее адекватности.

Список литературы.

- [1] Ашик В.В. Проектирование судов: учебник/ В.В. Ашик.-2-е изд., перераб. и доп. Л.: Судостроение, 1985. – 320 с.
 [2] Купальцева Е.В. Анализ проектных характеристик главных элементов пассажирских судов для внутригородских и пригородных линий. // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2015.– № 2 (30). – с. 119–129.