

УДК 629.12

ПРОГРАММА РАСЧЕТА МАССЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОРПУСА КРУИЗНОГО ПАССАЖИРСКОГО СУДНА

Михеев Денис Александрович¹, аспирант

e-mail: mikheev_2001@mail.ru

Роннов Евгений Павлович¹, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой ПиТПС

e-mail: kaf_ptps@vsuwt.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. Решение задачи расчёта массы металлического корпуса круизного пассажирского судна сложно осуществить без разработки программы расчёта. Так как задача связана с корпусом круизного пассажирского судна, то на конечный результат будет оказывать влияние класс судна, его архитектурно-конструктивные особенности, расчётные размеры корпуса судна и надстройки, условия эксплуатации и многие другие факторы. Все это необходимо учитывать уже на начальных этапах разработки программы [1]. В работе рассматриваются цели и задачи программы расчёта, основные этапы разработки программы, обоснование выбора алгоритма расчёта с учётом дополнительных факторов.

Ключевые слова: проектирование судов, нагрузка масс, металлический корпус, круизное пассажирское судно, начальные этапы проектирования, программа расчёта.

CRUISE PASSENGER SHIP METAL HULL WEIGHT CALCULATION PROGRAM

Denis A. Mikheev¹, Doctoral Student

e-mail: mikheev_2001@mail.ru

Evgeny P. Ronnov¹, Professor, Doctor of Technical Sciences, head of the Department of PiTPS

e-mail: kaf_ptps@vsuwt.ru

¹ Volga State University of Water Transport, Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. It is difficult to solve the problem of calculating the mass of the metal hull of a cruise passenger ship without developing a calculation program. Since the task is related to the hull of a cruise passenger ship, the final result will be influenced by the class of the vessel, its architectural and design features, the estimated dimensions of the hull and superstructure, operating conditions and many other factors. All this must be taken into account already at the initial stages of program development [1]. The paper examines the goals and objectives of the calculation program, the main stages of the program development, the justification for the choice of the calculation algorithm, taking into account additional factors.

Keywords: ship design, mass load, metal hull, cruise passenger ship, initial design stages, calculation program.

Весовая нагрузка масс пассажирского судна — это наиболее важная его характеристика. Поэтому разработка программы расчёта массы металлического корпуса судна, позволяющей наиболее точно определять ее величину на этапах начального проектирования, позволит упростить сложный и объёмный расчёт и исключить возможные ошибки [2]. Кроме того, программа сможет дать наиболее верное представление о круизном судне на дальнейших этапах проектирования.

На начальном этапе расчёт массы металлического корпуса является сложной задачей из-за отсутствия необходимых точных данных, а именно, конструкции корпуса, расчёта прочности, массы оборудования и фундаментов под него.

В практике существует ряд типовых методов расчёта массы металлического корпуса судна: пересчет с данных близкого судна- прототипа с использованием измерителей массы и соответствующих модулей; постатейный метод (прямой); метод относительной массы (статистический) [3]. Однако, все перечисленные методы трудоёмки и дают большую погрешность. В связи с этими обстоятельствами, возникла необходимость разработки программы постатейного расчёта массы металлического корпуса судна, которая позволит выполнить расчёт с наибольшей точностью, сократив время, и учитывая влияние класса судна, его архитектурно-конструктивные особенности, расчётные размеры и форму корпуса судна и надстройки, условия эксплуатации и многие другие факторы [4].

Разработка программы для расчета массы металлического корпуса основывается на математической модели, которая использует в качестве исходных данных геометрические характеристики корпуса проектируемого судна. На начальных этапах математическая модель позволяет определить длины отсеков, из которых состоит судно. Затем, на основании зависимостей, взятых из Правил РКО [5], определяются основные размеры и типы связей, а также другие элементы конструкции корпуса судна.

При проектировании конструктивного миделя производится расстановка набора главного и перекрёстного направления, рассчитывается количество холостых и рамных продольных балок по днищу, второму дну, палубе, наружным и внутренним бортам, поперечным переборкам, а также количество пиллерсов. Аналогично рассчитывается количество рамных и холостых балок поперечного набора в средней части, машинном отделении, в оконечностях, комингсах ограждения палуб и люковых вырезов.

После расчёта конструктивного миделя и выполнения его чертежа, дальнейший расчет массы отдельных элементов корпуса производится по формулам, взятым из [6].

Программа для расчёта массы металлического корпуса круизного пассажирского судна, требует решения ряда задач, связанных с определением исходных данных, алгоритмов обработки информации и обеспечения точности результатов. На основании вышесказанного, для разработки программы можно определить следующую последовательность решения задач:

1. **Определение исходных данных.** Для расчёта массы металлического корпуса могут потребоваться:

- главные проектные элементы судна (длина, ширина, высота, форма элементов);
- характеристики материала (плотность, предел текучести, другие физические свойства);
- данные о геометрии;
- параметры, связанные с архитектурно-конструктивным типом объекта (класс судна, расположение, наличие бака и юта и т. п.) [7].

2. **Учёт конструктивных особенностей.** Для повышения точности расчёта нужно разработать алгоритм, который будет учитывать специфику конструкции. Так как, масса корпуса будет рассчитываться как сумма масс его основных конструктивных элементов, каждый из которых определяется.



3. **Интеграция с САД-системами или другими инструментами проектирования.** Если программа будет интегрирована с системами автоматизированного проектирования (например, КОМПАС-3D), это позволит автоматически учитывать геометрические параметры и свойства материала при расчёте массы.

4. **Автоматизация расчётов для различных типов металлоконструкций.** Программа может поддерживать расчёт массы различных видов металлопроката (балки, листы, трубы, уголки, швеллеры и др.), а также цветного металлопроката и силовых кабелей.

5. **Учёт дополнительных факторов.** В зависимости от задачи программа должна учитывать дополнительные параметры, такие как нагрузки, условия эксплуатации, технологические особенности изготовления.

6. **Обеспечение точности и надёжности расчётов.** Для этого могут, путём сопоставления анализа с тестовыми значениями, использоваться статистические данные, сравнение результатов с известными методами или эталонными значениями, а также валидация на тестовых примерах.

7. **Разработка интерфейса пользователя.** Программа должна быть удобной для пользователя, с возможностью ввода исходных данных, просмотра результатов и, при необходимости, сохранения данных для дальнейшего использования.

8. **Поддержка различных единиц измерения и стандартов.** Важно предусмотреть возможность работы с разными системами единиц и поддержку соответствующих стандартов.

9. **Тестирование программы.** Необходимо провести тестирование на различных типах конструкций, сравнить результаты с данными, полученными другими методами, и убедиться в корректности работы алгоритма.

При разработке программы также будут учтены требования к безопасности, масштабируемости и совместимости с другими системами, если это предусмотрено функционалом [8].

Список литературы:

1. Нгуен, Г. Х. Применение метода нелинейного программирования к решению задачи оптимизации главных элементов однокорпусных быстроходных пассажирских судов / Г. Х. Нгуен // Сборник научных трудов SWorld. – 2013. – Т. 1, № 3. – С. 46-50.

2. Китаев, М. В. Применение методов многокритериальной оптимизации для решения задачи проектирования судна / М. В. Китаев, И. А. Новосельцев // Научные проблемы водного транспорта. – 2023. – № 75. – С. 66-75. – DOI 10.37890/jwt.vi75.357.

3. Гуляев, И. А. Оптимизация комбинированного судна типа танкер/площадка на основе имитационного моделирования / И. А. Гуляев, Е. П. Роннов, Ю. А. Кочнев // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 71. – С. 29-45. – DOI 10.37890/jwt.vi71.249.

4. Егоров, Г. В. Подходы к снижению металлоемкости корпусов судов смешанного плавания / Г. В. Егоров, О. Г. Егорова // Судостроение. – 2019. – № 5(846). – С. 36-40.

5. Правила классификации и постройки судов (ПКПС). Т. 3 – М., 2015. – 385 с.

6. Вицинский, В. В. Основы проектирования судов внутреннего плавания / В.В. Вицинский, А. П. Страхов.

7. Роннов, Е. П. Методика оценка комфортабельности туристических речных судов / Е. П. Роннов, Д. А. Михеев, Ю. А. Кочнев // Речной транспорт (XXI век). – 2024. – № 2(110). – С. 26-29.

8. Купальцева, Е.В. Определение составляющих нагрузки масс «малых» пассажирских судов на начальном этапе проектирования [Текст] / Е.В. Купальцева // Вестник волжской государственной академии водного транспорта. 2015. № 45. С. 181-188.

