



УДК 629.12

Кочнев Юрий Александрович, к.т.н., доцент кафедры проектирования и технологии постройки судов ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Жамалетдинов Ринат Ильхамович, магистрант ФГБОУ ВО «ВГУВТ»

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волжский государственный университет водного транспорта» (ФГБОУ ВО «ВГУВТ»)

603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

ОПТИМИЗАЦИЯ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СУДНА ТИПА ВОЛГА-ДОН-МАХ

Ключевые слова: Судно, Волго-Дон макс, оптимизация архитектурно-конструктивных признаков

В статье приведен анализ архитектурно-конструктивного типа (АКТ) и главных размерений паромов внутреннего плавания. На его основе выделены группы паромов с различным типом АКТ, приведены особенности математической модели для обоснования главных элементов рассматриваемого типа судов.

Тенденция последних лет в постройке на отечественных верфях судов так называемого типа Волго-Дон макс, к которым относят сухогрузные суда длиной 140 м, шириной 16,5 м, осадкой 3,6 м, максимальными для внутренних водных путей. Однако часть элементов корпуса и признаков архитектурно-конструктивного типа таких судов не имеет в настоящее время теоретической базы для обоснования.

По проведенным нами исследованиям [1] были выделены основные признаки АКТ сухогрузных судов типа «Волго-Дон-Мах» нуждающиеся в оптимизации на этапе исследовательского проектирования:

- коэффициент общей полноты
- положение надстройки по длине судна
- возможность и количество контейнеров для перевозки грузов на палубе;
- высота комингса грузовых люков.

Для обоснования данных параметров разработан алгоритм, математическая модель и приложение для MS Excel.

Водоизмещение судна во всех случаях будет равно

$$D = \delta \times L \times B \times T$$

где; δ – коэффициент общей полноты водоизмещения;

L, B, T – расчетные длина, ширина и осадка судна.

Высоту борта судна в первом приближении можно найти по формуле

$$H = 0,3 \times D \times 10^{-3} + 2,84,$$

полученной на основе регрессионного анализа по данным построенных судов.

Графическая зависимость приведена на рисунке 1.

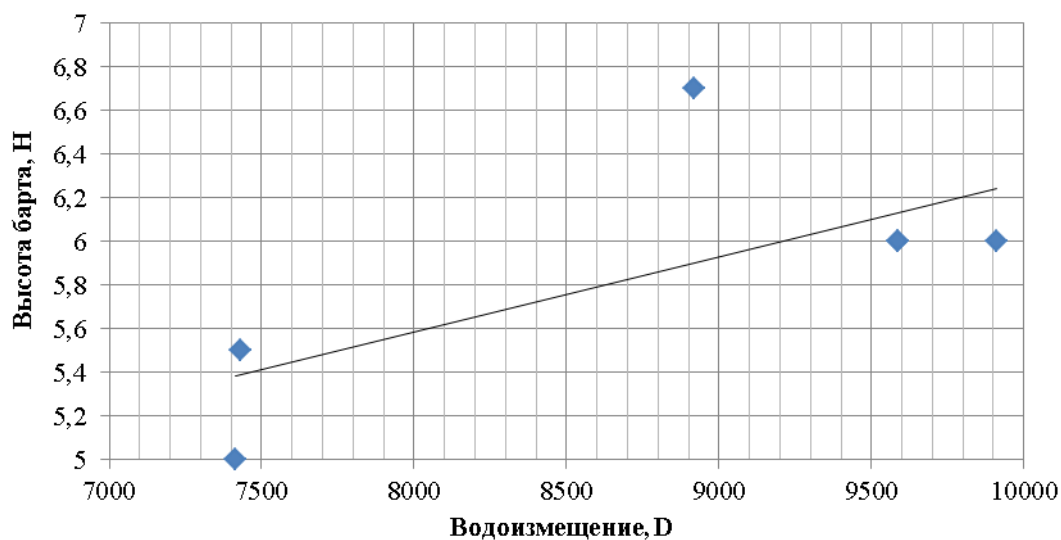


Рисунок 1 – Зависимость высоты борта от водоизмещения судна

Мощность главных двигателей может быть найдена как доля от полного водоизмещения судна по формуле (см. рисунок 2) или по формуле

$$N = D \times (N / D),$$

где N / D – удельная мощность главных двигателей, равная (см. рисунок 2)

$$N / D = 0,3 \times D^2 \times 10^{-7} - 0,5 \times D \times 10^{-3} + 2,388$$

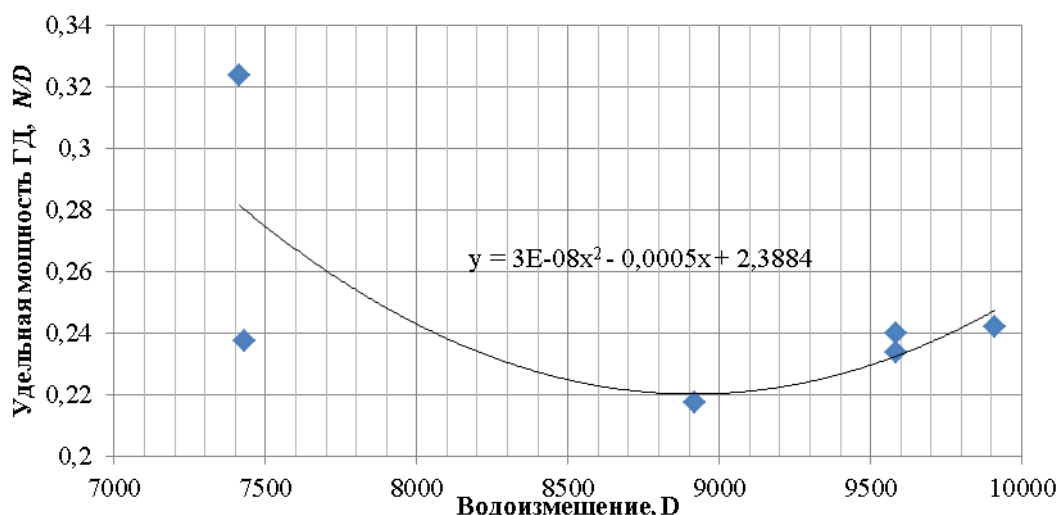


Рисунок 2 – Зависимость удельной мощности главных двигателей от водоизмещения судна

Грузоподъёмность судна находится из уравнения масс

$$P_{гр} = D - P_k - P_m - P_{эк} - P_в - P_{пр} - P_f,$$

где P_k – масса корпуса;

P_m – масса механизмов и оборудования машинного отделения, т;

$P_{эк}$ – масса экипажа;

$P_в$ – масса запасов воды;

$P_{пр}$ – масса запасов продовольствия;

P_ϕ – масса фекально-сточных вод.

После определения фактической грузоподъёмности, может быть уточнена высота борта из условия вместимости:

$$H = H_{mp} + h_{дд} - h_k,$$

где $H_{mp} = \frac{W_{mp}}{L_{mp} \times B_{mp} \times \chi}$ – высота трюма;

$h_{дд}$ – высоты двойного дна, м;

h_k – высота комингса грузовых люков, м;

W_{mp} – требуемая вместимость грузовых трюмов, определяемая по формуле

$$W_{mp} = \mu_{gp} \times (P_{gp} - n_k \times m_k),$$

где μ_{gp} – удельный погрузочный объем;

m_k – средняя масса одного контейнера;

n_k – количество контейнеров;

L_{mp} – длина трюма;

B_{mp} – ширина трюма;

χ – коэффициент потери на набор.

Критерием эффективности в задачах оптимизации судна наиболее часто выступают или затраты, или прибыль от его деятельности. Учитывая начальный этап проектирования, постоянство полного водоизмещения и требуемой мощности, в разработанной математической модели затраты на его эксплуатацию можно считать постоянными, в пределах точности расчёта. Прибыль судна зависит от дохода, который определяется тарифной ставкой на перевозку 1 тонны груза и перевезённой грузоподъёмностью. Таким образом, в рассматриваемой задаче за критерий эффективности можно выбрать его технический вид – грузоподъёмность судна.

По приведённой математической модели в среде MS Excel разработана система таблиц, позволяющая находить грузоподъёмность судна типа Волга-Дон-Мах, при различных варьируемых параметрах (коэффициент общей полноты, положение надстройки по длине судна, возможность и количество контейнеров для перевозки грузов на палубе, высота комингса грузовых люков).

При анализе АКТ существующих судов рассматриваемого типа было установлено, что высота комингса, положение надстройки и количество контейнеров на палубе изменяются дискретно, что существенно снижает объем поиска оптимальных решений. С целью дальнейшего снижения области поиска, изменение коэффициента общей полноты также сведено до конечного количества значений.

Проведя систематические расчёты методом перебора, мы установили, что для судна типа Волга-Дон-Мах наиболее оптимальным являются архитектурно-конструктивные особенности, приведённые на рисунке 3:

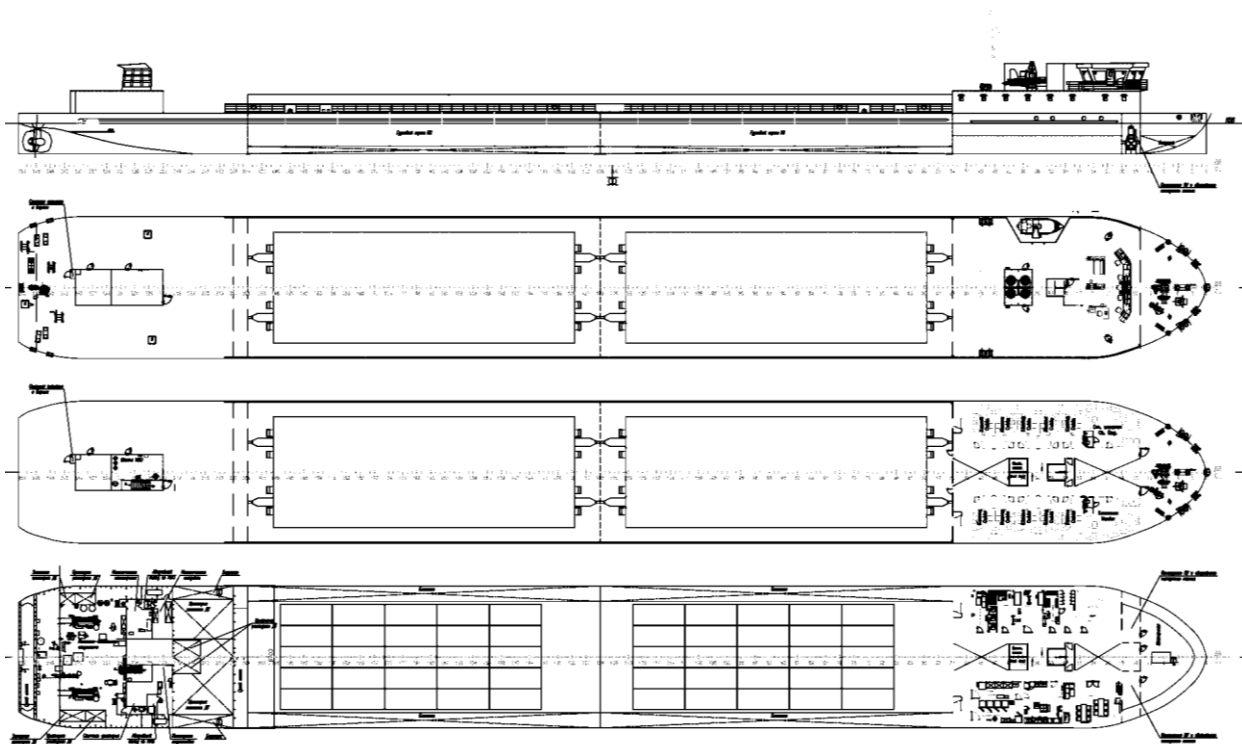


Рисунок 3 – Общий вид судна типа Волга-Дон-Макс

Список литературы:

- [1] Жамалетдинов Р.И., Кочнев Ю.А. Выбор доминирующих признаков архитектурно-конструктивного типа судов «Волга-Дон-макс» для последующей оптимизации // Материалы научно-методической конференции профессорско-преподавательского состава, аспирантов и студентов Великие реки 2018, выпуск 7, 2018

OPTIMIZATION OF ARCHITECTURAL AND STRUCTURAL ELEMENTS OF VOLGA-DON-MAX VESSEL

Keywords: Ship, Volga-don-Max, optimization of architectural and structural features

The article presents an analysis of the architectural design type and the main dimensions of inland ferries. On its basis, groups of ferries with different types of ACT are identified, the features of the mathematical model for the justification of the main elements of the type of vessels under consideration are given.