

ОГРАНИЧЕНИЯ ВМЕСТИМОСТИ СУДОВ ТИПА РО-РО ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Нго Тиен Хьонг, аспирант;

В. А. Некрасов, д-р техн. наук, проф.

Национальный университет кораблестроения, г. Николаев

Аннотация. На основе анализа особенности загрузки судов типа Ро-Ро разработаны функциональные ограничения для обеспечения грузовместимости судов этого типа на начальных стадиях проектирования.

Ключевые слова: ограничения, грузовместимость, обеспечение, суда типа Ро-Ро, площадь, объем.

Анотація. На основі аналізу особливості завантаження суден типу Ро-Ро розроблені функціональні обмеження для забезпечення вантажомісткості суден цього типу на початкових стадіях проектування.

Ключові слова: обмеження, вантажомісткість, забезпечення, судна типу Ро-ро, площа, об'єм.

Abstract. On the basis of Ro-Ro ships features of loading analysis the functional restrictions are developed for maintenance of cargo tonnage of Ro-Ro ships at initial design stages.

Keywords: restrictions, cargo tonnage, maintenance, Ro-Ro ships, area, volume.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Предъявляемые к грузовместимости проектируемого судна требования, обуславливающие эффективность его эксплуатации, в конечном счете сводятся к ограничению главных элементов не непосредственно, а через соотношения, связывающие свойства судна с его главными элементами, — так называемые функциональные ограничения, т. е. ограничения системы оптимизационной задачи.

Эти функциональные ограничения могут быть получены путем анализа характеристик грузов, технологии размещения груза на судне. Это направление является *актуальным* на сегодняшний день и представляет как научный, так и практический интерес для решения проблем проектирования судов типа Ро-Ро.

Вопросы определения вместимости накатных судов исследованы в работах [1, 2]. Однако они не дают функциональных ограничений, которые связаны с независимыми параметрами и характеристиками грузопотока в оптимизационной задаче проектирования судов такого типа.

ЦЕЛЬ СТАТЬИ — разработка функциональных ограничений для обеспечения грузовместимости судов типа Ро-Ро на начальных стадиях их проектирования на основе анализа данных по существующим судам.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Исходными величинами для ограничений грузовой вместимости судна являются длина судна между перпендикулярами, м; ширина судна, м; высота борта судна до верхней палубы, м; коэффициент общей полноты; число всех грузовых палуб; средняя площадь i -й укрупненной грузовой единицы, м²; средний объем i -й укрупненной грузовой единицы, м³; количество i -х укрупненных грузовых единиц.

В качестве независимых переменных (вектор X) оптимизационной задачи проектирования судов

типа Ро-Ро принимаются следующие параметры: $x_1 = L$ — длина судна (между перпендикулярами); $x_2 = B$ — ширина судна; $x_3 = H$ — высота борта судна; $x_4 = T$ — осадка судна; $x_5 = C_b$ — коэффициент общей полноты; $x_6 = v_k$ — скорость хода судна. Множество этих переменных образует вектор $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, на компоненты которого накладываются двусторонние ограничения типа

$$(x_i)_{\min} \leq x_i \leq (x_i)_{\max} \quad (i = 1, \dots, n),$$

где n — количество независимых переменных (в данной работе $n = 6$); $(x_i)_{\min}$, $(x_i)_{\max}$ — соответственно нижняя и верхняя допустимые границы изменения i -й независимой переменной. Диапазоны изменения компонентов вектора искомых характеристик судна определены путем статистического анализа данных характеристик современных существующих судов типа Ро-Ро. Затем рассматриваемые двусторонние ограничения заменяются односторонними тривиальными ограничениями

$$x_i - (x_i)_{\min} \geq 0; \quad (x_i)_{\max} - x_i \geq 0.$$

Тривиальные ограничения формируются также другими требованиями к независимым переменным оптимизационной задачи. В рассматриваемом случае важным требованием являются ограничения вместимости судна.

В ограничения грузовой вместимости судов типа Ро-Ро включаются ограничения по площадям и объемам, рассмотренные далее

1. Ограничение грузовой вместимости судна по площадям:

$$S_{ГРП} \geq \eta_{УГЕ} S_{УГЕ},$$

где $S_{ГРП}$ — площадь грузовых палуб судна; $S_{УГЕ}$ — площадь всех укрупненных грузовых единиц, перевозимых на судне; $\eta_{УГЕ} = 1,20 \dots 1,40$ — коэффициент, учитывающий технический зазор между укрупненными грузовыми единицами.

Для площади грузовых палуб судна, м², имеем [3]

$$S_{ГРП} = 0,257(LBn_{ПД})^{1,075},$$

где $n_{ПД}$ — число всех грузовых палуб (включая верхнюю палубу и второе дно).

Площадь, непосредственно занимаемая укрупненными грузовыми единицами, определяется по формуле

$$S_{УГЕ} = S_{1-УГЕ} + S_{2-УГЕ} + \dots + S_{i-УГЕ} =$$

$$s_{1-УГЕ} n_{1-УГЕ} + s_{2-УГЕ} n_{2-УГЕ} + \dots + s_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ} = \sum s_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ},$$

где $S_{i-УГЕ}$ — площадь i -х укрупненных грузовых единиц, перевозимых на судне, м²; $s_{i-УГЕ}$ — средняя площадь i -й укрупненной грузовой единицы, м²; $n_{i-УГЕ}$ — количество i -х укрупненных грузовых единиц.

Следовательно, получаем ограничение грузовместимости по площади

$$0,257(LBn_{ПД})^{1,075} \geq \eta_{УГЕ} \sum s_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ}. \quad (1)$$

2. Ограничение грузовместимости судна по объему:

$$W_{ГРП} \geq a_{П} \eta_{УГЕ} (1 - k_{УГЕ}) W_{УГЕ},$$

где $W_{ГРП}$ — грузместимость судна; $W_{УГЕ}$ — объем всех укрупненных грузовых единиц; $k_{УГЕ} = 0,15 \dots 0,30$ — доля укрупненных грузовых единиц, размещаемых над верхней палубой судна; $a_{П} = 0,87 \dots 0,98$ — коэффициент пропорциональности.

Для грузместимости судна, м³, имеем [4]

$$W_{ГРП} = 0,714C_b LBH + 437.$$

Объем, занимаемый укрупненными грузовыми единицами, определяется по формуле

$$W_{УГЕ} = W_{1-УГЕ} + W_{2-УГЕ} + \dots + W_{i-УГЕ} =$$

$$w_{1-УГЕ} n_{1-УГЕ} + w_{2-УГЕ} n_{2-УГЕ} + \dots + w_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ} = \sum w_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ},$$

где $W_{i-УГЕ}$ — объем i -х укрупненных грузовых единиц, перевозимых на судне; $w_{i-УГЕ}$ — средний объем i -й укрупненной грузовой единицы.

Следовательно, получаем ограничение грузместимости по объемам

$$0,714C_b LBH + 437 \geq a_{П} \eta_{УГЕ} (1 - k_{УГЕ}) \sum w_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ}. \quad (2)$$

С учетом (1) и (2) получим общее ограничение для обеспечения грузместимости судов типа Ро-Ро на начальных стадиях проектирования:

$$\begin{cases} 0,257(LBn_{ПД})^{1,075} \geq \eta_{УГЕ} \sum s_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ} \\ 0,714C_b LBH + 437 \geq a_{П} \eta_{УГЕ} (1 - k_{УГЕ}) \sum w_{i-УГЕ} n_{i-УГЕ} \end{cases}$$

ВЫВОДЫ

Полученные выражения для ограничений оптимизационной задачи проектирования судов по площадям и объемам размещаемых грузов предназначены для обеспечения грузместимости судов типа Ро-Ро. Эти функциональные ограничения рекомендуются для использования при составлении математических моделей судов и при последующей оптимизации их основных характеристик.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Азизов, М. М. Определение загрузки и интенсивности грузообработки судов с горизонтальной погрузкой [Текст] / М. М. Азизов; Л. Г. Соколов // Труды ЦНИИМФ. — 1976. — Вып. 209. — С. 58–71.
- [2] Захаров, А. С. Особенности проектирования судов с горизонтальной грузообработкой [Текст] : учеб. пособие / А. С. Захаров. — Л. : ЛКИ, 1980. — 90 с.
- [3] Нго Тиен Хьонг. Оценка площади грузовых палуб накатных судов на начальных стадиях проектирования [Электронный ресурс] / Хьонг Нго Тиен // Электронне видання «Вісник НУК». — Миколаїв : НУК, 2011. — №2. — Режим доступа: <http://ev.nuos.edu.ua>.
- [4] Нго Тиен Хьонг. Зависимости для расчета киповой грузместимости накатных судов на начальных стадиях проектирования [Текст] / Хьонг Нго Тиен // Зб. наук. праць НУК. — Миколаїв : НУК, 2010. — №6 (435). — С. 11–13.

© В.О. Некрасов, Нго Тиен Хьонг

Надійшла до редколегії 20.12.2011

Статтю рекомендує до друку член редколегії Вісника НУК д-р техн. наук, проф. Ю. М. Король

Статтю розміщено у Віснику НУК №1, 2012