

УДК 629.5.01

## ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА МИДЕЛЕВОГО СЕЧЕНИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО СУХОГРУЗА НА ВЕСОВУЮ НАГРУЗКУ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДОВ

*Панкова О.В.*

*Национальный университет кораблестроения  
имени адмирала С. О. Макарова, г. Николаев*

*Обсуждается влияние выбора миделевого сечения универсального сухогруза на весовую нагрузку при проектировании судов. Так как миделевое сечение оказывает существенное влияние на весовую нагрузку судна. Следовательно, проработка выбора миделевого сечения играет важную роль при проектировании судов.*

*Задачи исследования – проработка выбора миделевого сечения универсального сухогруза дедвейтом 9800 тонн.*

*Алгоритм проработки миделевого сечения включает в себя определение и сравнения статических моментов разных типов сечений и соответствие величины высоты борта Правилам Регистра. Результаты исследований рекомендованы для специалистов в области проектирования судов, аспирантов и студентов старших курсов кораблестроительного факультета.*

*Ключевые слова:* миделевое сечение, универсальный сухогруз, дедвейт, статический момент, весовая нагрузка.

**Постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами.** Одно из наиболее важных требований, предъявляемых к конструкции корпуса любого судна, – обеспечение прочности при минимальном весе. Выполнение этого требования особенно важно при проектировании универсальных сухогрузных судов, грузоподъемность которых, как правило, всегда используется полностью, поэтому даже небольшое ее увеличение в результате облегчения корпуса приведет к ощутимому возрастанию провозоспособности.

**Анализ последних исследований и публикаций.** При выбранном материале вес корпуса, как известно, в большой мере зависит от величины перерезывающей силы и изгибающего момента, на восприятие которых рассчитан корпус, и от распределения материала по поперечному сечению корпуса. Величины перерезывающей силы и изгибающего момента, при прочих равных условиях, зависят от распределения груза по длине. На большинстве транспортных судов распределение груза по длине неизменно, независимо от его рода. Следовательно, при проектировании судов практически невозможно оказать какое-нибудь существенное влияние на величину перерезывающей силы и изгибающего момента, изменяя распределение груза по длине, а следовательно и добиться таким путем облегчения корпуса. Усовершенствование конструкции достигается в результате такого распределения материала по поперечному сечению корпуса, при котором прочностные свойства материала используются с наибольшей эффективностью [1–5].

**Цель статьи** – проанализировать влияние выбора миделевого сечения универсального сухогрузного судна на весовую нагрузку.

**Объект исследования.** В качестве объекта исследования рассматривается проектирование судна с учетом его мореходных качеств.

**Предмет исследования** – миделевое сечение универсального сухогруза дедвейтом 9800 тонн.

**Задачи** – проработка выбора миделевого сечения универсального сухогруза дедвейтом 9800 тонн.

**Методы исследования.** Анализ влияния миделевого сечения на весовую нагрузку сопряжен с методами теории и проектирования судов.

**Изложение основного материала.** Корпус судна представляет собой сложное инженерное сооружение, которое в процессе эксплуатации постоянно подвергается деформации, особенно при плавании на волнении.

При прохождении вершины волны через середину судна корпус испытывает растяжение, при одновременном попадании носовой и кормовой оконечностей на гребни волн корпус испытывает сжатие. Возникает деформация общего изгиба, в результате чего судно может переломиться.

Способность судна сопротивляться общему изгибу называется общей продольной прочностью. Внешние силы, действуя непосредственно на отдельные элементы судового корпуса, вызывают их местную деформацию. Поэтому корпус судна должен также обладать местной прочностью.

Детально остановимся на проработке выбора миделевого сечения универсального сухогруза дедвейтом 9800 тонн.

Рассмотрим два типа сечений (рис. 1):

- предлагаемый Sea Tech, классический вариант – левый эскиз.
- предлагаемый вариант со сплошным стрингером – правый эскиз.

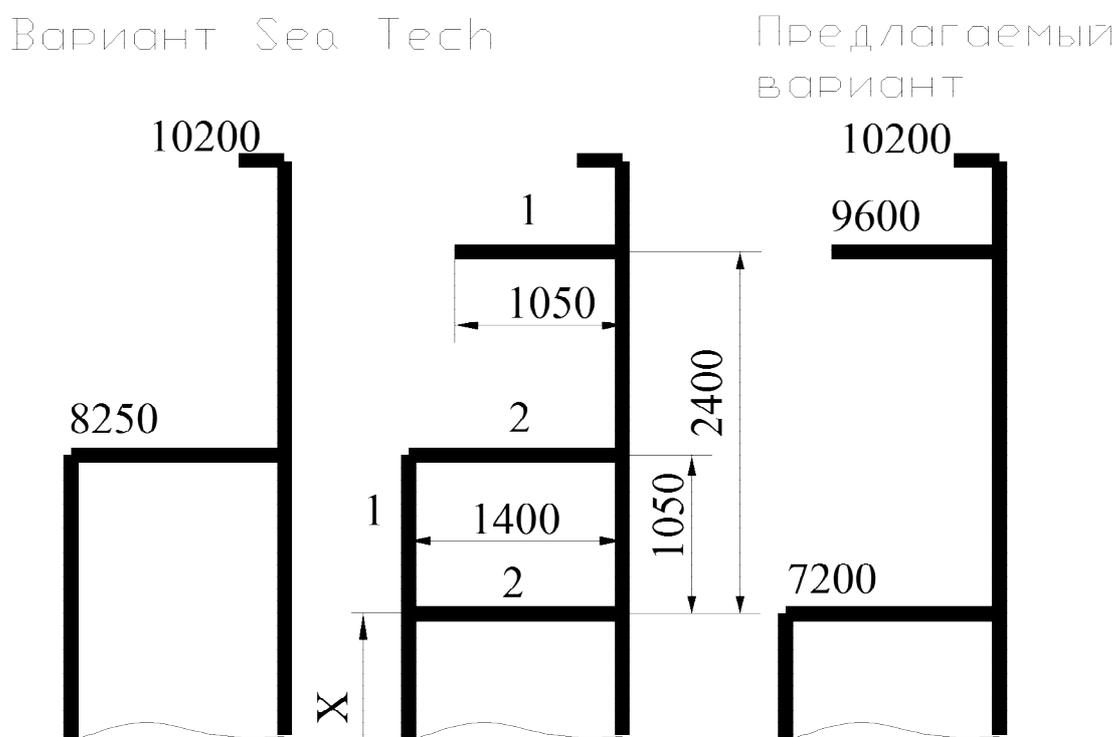


Рисунок 1 – Типы сечений – классический вариант сечения Sea Tech и сечение со сплошным стрингером

В двух предлагаемых вариантах принята осадка по летнюю грузовую марку (ЛГМ) [6–10]. Данная осадка по летнюю грузовую марку соответствует минимальному надводному борту – 5,4 м.

В предлагаемом варианте учитывается сплошной комингс. Рассмотрим статические моменты разницы сечений – это элементы 1 и 2 (рис. 1).

Для варианта поперечного сечения Sea Tech найдем статический момент борта и статический момент палубы:

- статический момент борта:

$$S_1 = t \cdot l = 1,05t(x + 1,05/2) = 1,05tx + 0,55t, \quad (1)$$

где  $t$  – толщина связи;  $l$  – расстояние до нейтральной оси;

- статический момент палубы:

$$S_2 = t \cdot l = 1,4t(x + 1,05) = 1,4tx + 1,47t. \quad (2)$$

Суммарный статический момент:

$$S = S_1 + S_2 = 1,45tx + 2,02t. \quad (3)$$

Для предлагаемого варианта поперечного сечения судна:  
– статический момент стрингера:

$$S_1 = t \cdot l = 1,05t(x + 2,4) = 1,05tx + 2,52t, \quad (4)$$

– статический момент палубы:

$$S_2 = t \cdot l = 1,4tx. \quad (5)$$

Суммарный статический момент:

$$S = S_1 + S_2 = 1,45tx + 2,52t. \quad (6)$$

Исходя из расчетов, видно, что статический момент миделевого сечения предлагаемого варианта больше, а значит больше и момент инерции и момент сопротивления.

В соответствии с Правилами Германского Ллойда (GL) – область распространения – высота борта должна быть не менее  $L/16$  для судов неограниченного и среднего районов плавания:

$$H \geq L/16 = 9, \quad (7)$$

где  $H$  – высота борта.

В предлагаемом варианте, если принять сплошной стрингер, как верхнюю палубу, то мы выполняем требование Германского Ллойда:

$$H = 9,6 > 9. \quad (8)$$

В варианте с миделевым сечением типа Sea Tech:

$$H = 8,25 < 9. \quad (9)$$

**Выводы.** Статический момент миделевого сечения предлагаемого варианта больше, а значит больше и момент инерции и момент сопротивления. Это позволит уменьшить толщины связей в предлагаемом варианте, и как следствие, уменьшить вес корпуса.

Перспективы дальнейших исследований состоят в дальнейшей оценке влияния выбора миделевого сечения на мореходные качества судна.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашик В. В. Проектирование судов [Текст] / В. В. Ашик. – Л. : Судостроение, 1980. – 320 с.
2. Барановский М. Е. Суда для перевозки навалочный грузов [Текст] / М. Е. Барановский. – Л. : Судостроение, 1967. – 256 с.
3. Бронников А. В. Морские транспортные суда [Текст] / А. В. Бронников. – Л. : Судостроение, 1984. – 352 с.
4. Бронников А. В. Проектирование судов [Текст] / А. В. Бронников. – Л. : Судостроение, 1991. – 320 с.
5. Поздюнин В. Л. Теория проектирования судов [Текст] / В. Л. Поздюнин. – Л. : ЛКИ, 1938. – Вып. I, II.

6. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства [Текст]. – СПб., 2012. – Т. 1. – 489 с.
7. Правила класифікації та побудови морських суден. Регістр судноплавства України [Текст]. – К., 2002. – Т. 1. – 362 с.; Т. 2. – 400 с.
8. Правила про вантажну марку морських суден. Регістр судноплавства України [Текст]. – К., 2003. – С. 110–206.
9. Правила про вантажну марку морських суден [Текст]. – К. : Миколаїв УДМТУ, 2002.
10. Rules for Building and Classing Steel Vessels. – [Text] / American Bureau of Shipping. – Texas, 2012.

## REFERENCES

1. Ashik V. V. Proektyrovaniye sudov [Ship design]. L, Shipbuilding, 1980, 320 p.
2. Baranovskiy M. Ye. Suda dlia perevozky navalochnih gruzov [Bulk-carrier ships]. – L, Shipbuilding, 1967, 256 p.
3. Bronnikov A. V Morskiye transportnyye suda [Sea cargo ships]. L, Shipbuilding, 1984, 352 p.
4. Bronnikov A. V. Proektirovaniye sudov [Ship design]. L, Shipbuilding, 1991, 320 p.
5. Pozdyunin V. L. Teoriya proektirovaniya sudov [Theory of ship design]. LKI, 1938, issue I, II.
6. Pravila klassifikatsii i postroyki morskikh sudov. Rossiyskiy Morskoy Registr Sudokhodstva [Rules of classification and building of sea vessels. Shipbuilding Russian Marine Register]. SPb, 2012, Vol. 1, 489 p.
7. Pravyla klasyfikatsiyi ta pobudovy morskyykh suden. Rehistr sudnoplavstva Ukrayiny [Rules of classification and building of sea vessels. Ukrainian Shipbuilding Register]. K, 2002, Vol. 1, 362 p; Vol. 2, 400 p.
8. Pravyla pro vantazhnu marku morskyykh suden. Rehistr sudnoplavstva Ukrayiny [Rules about sea vessels load mark. Ukrainian Shipbuilding Register]. K, 2003, P. 110–206.
9. Pravyla pro vantazhnu marku morskyykh suden [Rules about sea vessels load mark]. K, Mykolaev, UDMTU, 2002.
10. Rules for Building and Classing Steel Vessels. American Bureau of Shipping, Texas, 2012.

**Панкова О.В.** ВПЛИВ ВИБОРУ МІДЕЛЕВОГО ПЕРЕРІЗУ УНІВЕРСАЛЬНОГО СУХОВАНТАЖНОГО СУДНА НА ВАГОВЕ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ СУДЕН

*Обговорюється вплив вибору міделєвого перерізу універсального суховантажного судна на вагове навантаження при проектуванні суден. Оскільки міделєвий переріз надає істотний вплив на вагове навантаження судна. Отже, опрацювання вибору міделєвого перерізу грає важливу роль при проектуванні суден.*

*Завдання дослідження – опрацювання вибору міделєвого перерізу універсального суховантажного судна дедвейтом 9800 тонн.*

*Алгоритм опрацювання міделєвого перерізу включає визначення та порівняння статичних моментів різних типів перерізів і відповідність величини висоти борту Правилам Регістра. Результати досліджень рекомендовані для фахівців в області проектування суден, аспірантів і студентів старших курсів кораблебудівного факультету.*

**Ключові слова:** міделєвий переріз, універсальне суховантажне судно, дедвейт, статичний момент, вагове навантаження.

**Pankova O.V. INFLUENCE OF UNIVERSAL DRY-CARGO SHIP MIDSECTION CHOICE ON THE CARGO LOADING AT DESIGNING OF SHIPS**

*Influence of universal dry-cargo ship midsection choice comes into question on the cargo loading at designing of ships. Because a midsection is rendered by substantial influence on the cargo loading of ship. Consequently, working of choice of midsection plays an important role at designing of ships.*

*Research tasks are working of universal dry-cargo ship midsection choice by deadweight of 9800 tons.*

*The algorithm of working of midsection plugs in itself determination and comparisons of static moments of different types of sections and accordance of size of board height to Rules of Register. The results of researches are recommended for specialists in area of designing of ships, graduate students and students of senior courses of shipbuilding faculty.*

**Keywords:** *midsection, universal dry-cargo ship, deadweight, static moment, cargo loading.*

© Панкова О. В.

Статтю прийнято  
до редакції 06.10.15