

УДК 629.12.011.1.001.33  
Ц 93

# НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ПАЛУБНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ДЛЯ СУДОВ С ПОДПАЛУБНЫМИ ЦИСТЕРНАМИ

Н. А. Цыбенко, канд. техн. наук;  
А. С. Кривцов, инж.-констр. 3-й категории

*Национальный университет кораблестроения, г. Николаев*

**Аннотация.** Для конструкций современных судов с подпалубными цистернами предложены новые типы палуб, которые выполняют функции наклонных стенок подпалубных цистерн и являются одновременно верхними палубами, что снижает металлоемкость корпуса и трудоемкость его изготовления. Показано решение возникающих при этом проблем, приведены сравнительные характеристики двух типов конструкций.

**Ключевые слова:** металлоемкость, трудоемкость, палуба, подпалубные цистерны.

**Анотация.** Для конструкций современных судов с подпалубными цистернами запропоновані нові типи палуб, які виконують функції похилих стінок підпалубних цистерн та є одночасно верхніми палубами, що знижує металомісткість корпусу і трудомісткість його виготовлення. Показане вирішення виникаючих при цьому проблем, наведені порівняльні характеристики двох типів конструкцій.

**Ключові слова:** металомісткість, трудомісткість, палуба, підпалубні цистерни.

**Abstract.** The new deck types, functioning both as the underdeck tanks' sloping walls and as the upper decks at the same time, are suggested for the constructions of modern ships with underdeck tanks. These new types of decks help to reduce steel and labour intensity per hull. The ways of solving the current problems are suggested. The comparison characteristics of the two types of the construction are presented.

**Keywords:** steel intensity, labour intensity, deck, underdeck tanks.

## ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время строятся и эксплуатируются несколько типов судов, в конструкции которых применяются подпалубные цистерны.

К таким судам относятся танкеры для нефти и нефтепродуктов, навалочники и нефтенавалочники, а также некоторые типы газовозов.

Указанные конструкции палуб применялись в начале прошлого века для судов внутреннего плавания и малого водоизмещения, ряд параметров которых не соответствует современным Нормам и Правилам [1–5]. Предлагаемый конструктивный тип палуб

является принципиально новым и подлежит всесторонней оценке.

**ЦЕЛЮЮ РАБОТЫ** является обоснование целесообразности применения наклонных палуб и разработка проектирования новых перекрытий, что приведет к снижению металлоемкости корпуса и трудоемкости его изготовления, а также к улучшению ряда конструктивных характеристик.

## ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Суть предлагаемой конструкции палуб для названных судов — это замена всех подпалубных цистерн одним наклонным ли-

стом, который является настилом верхней палубы, что приведет к улучшению ряда конструктивных характеристик и уменьшит вес корпуса. Возможность применения такой конструкции предусматривается в [5].

Исключение близкой к горизонтальной верхней палубы, а также вертикальной бортовой части подпалубной цистерны влечет за собой изменение ряда параметров, которые должны соответствовать требованиям существующих Правил и Норм.

Таковыми параметрами являются: значения регламентируемого момента сопротивления для палубы и днища; значения регламентируемого момента инерции для эквивалентного бруса; жесткость корпуса на скручивание при ходе под углом к фронту волны; остойчивость на больших углах крена; безопасность перемещения и работы экипажа в районе наклонной палубы. Изменения в конструкции рассматриваемых типов судов приводят значения перечисленных параметров к требуемым величинам.

Рассмотрим пути решения этой задачи. Очевидно, что уменьшение площади верхней фибры за счет исключения верхней палубы и бортовой части подпалубной цистерны следует компенсировать увеличением высоты борта, которая обеспечит требуемые значения  $W_d$  и  $I$ . Увеличение высоты борта обеспечит также остойчивость на больших углах крена.

Увеличение этого параметра приведет к росту объема трюма (танка) при сохранении его длины. Перепроектируя судно при

условии одинаковой грузоподъемности, необходимо уменьшить длину этого судна, что оказывается благоприятным фактором, способствующим снижению значений  $W_d$  и  $I$ . Отрицательным последствием такого изменения конструкции оказывается увеличение осадки, которое следует учитывать на стадии общего проектирования.

Ориентация набора наклонной палубы для танкеров и навалочников должна быть наружной, так как в противном случае существенно увеличивается трудоемкость мойки грузовых помещений.

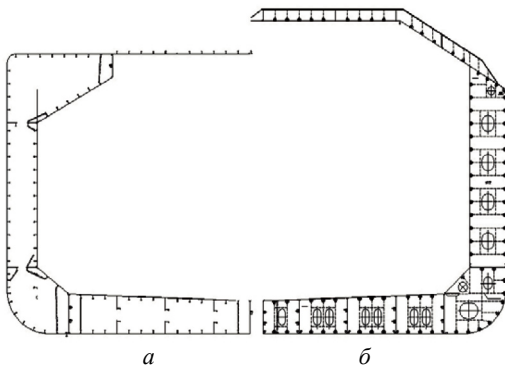
Результаты перепроектирования конструкций двух судов представлены на рис. 1 и 2.

Упомянутые выше параметры, которые регламентируются Нормами и Правилами, приведены в таблице.

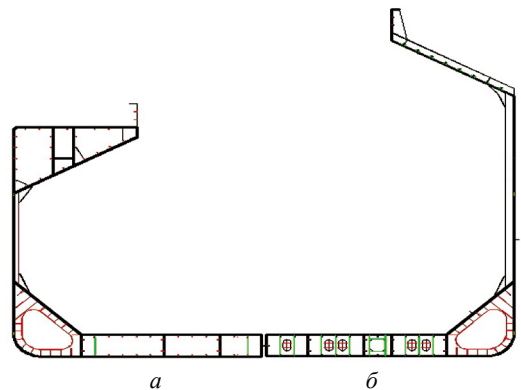
На основании уменьшения площади эквивалентного бруса на 19% (см. таблицу) можно сделать вывод о целесообразности использования наклонной палубы вместо тяжелой и трудоемкой в изготовлении подпалубной цистерны.

Для судов, которые были перепроектированы, выигрыш в массе металлического корпуса составляет 980 и 1100 т соответственно для танкера и навалочника.

Здесь не рассматривалась достаточность жесткости корпуса на скручивание при ходе судна вразрез фронта волны, что весьма существенно для надежной работы люковых закрытий навалочников и особенно нефтенавалочников [3–5].



**Рис. 1.** Мидель танкера:  
*a* — исходный вариант; *б* — предлагаемая конструкция палубы



**Рис. 2.** Мидель навалочника:  
*a* — исходный вариант; *б* — предлагаемая конструкция палубы

Сравнение характерных параметров традиционных и предлагаемых конструкций палуб

Параметры	Танкер пр. 17012		Навалочник пр. 15941	
	Прототип	Предлагаемый	Прототип	Предлагаемый
Длина судна между перпендикулярами, м	189,00	172,00	218,30	196,00
Высота борта, м	19,12	21,15	18,60	21,10
Ширина судна, м	32,20	32,20	32,20	32,20
Осадка, м	12,15	13,70	12,20	13,7
Момент сопротивления палубы, м <sup>3</sup>	20,00	17,00	18,5	12,80
Момент инерции эквивалентного бруса, м <sup>4</sup>	215,00	198,70	184,00	168,00
Площадь эквивалентного бруса, м <sup>2</sup>	2,15	1,86	1,40	1,12

К проблеме местной прочности следует отнести проектирование узлов соединения рамного бимса с одинарным бортом, набранным по поперечной системе набора. При использовании двойного борта такая проблема отсутствует из-за жесткого закрепления рамного бимса [1, 2, 4].

Отдельной конструкторской задачей является обеспечение безопасности экипажа при перемещении и работе в районе палубы. Предлагается устройство легких перфорированных настилов, которые крепятся к продольным балкам основного набора и бимсам, обращенным наружу корпуса. Эта конструкция без леерного ограждения схематично показана на рис. 3.

Эти три вопроса: обеспечение жесткости на скручивание корпуса и соединение бимса со шпангоутом, а также конструктивное оформление узлов настилов — остаются пока открытыми и будут рассмотрены в ходе дальнейшей работы.



Рис. 3. Схема размещения настилов на наклонной палубе

Новая конструкция палубного перекрытия, перепроектированная для танкера пр. 17012 и изображенная с использованием графического 3D-редактора, представлена на рис. 4.

**ВЫВОДЫ**

1. Результаты сравнительных расчетов показали снижение массы палубного перекрытия на один грузовой отсек предлагаемой конструкции: для навалочника пр. 15941 — на 31% (96 т), для танкера 17012 — на 34% (108 т).

2. Масса дополнительных настилов для перемещения экипажа в расчете на один грузовой отсек составляет 6–7 т в зависимости от вариантов конструкции.

3. Эту конструкцию палуб предполагается предложить для внедрения в КБ, которые разрабатывают проекты универсальных навалочников, нефтенавалочников и танкеров.

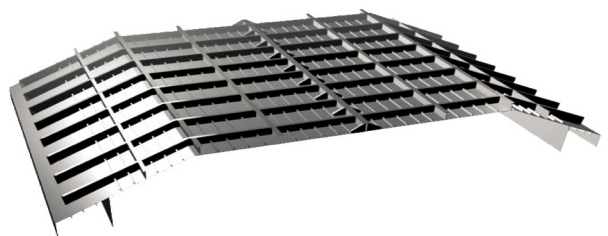


Рис. 4. Предлагаемая конструкция палубного перекрытия танкера пр. 17012

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

[1] Барабанов, Н. В. Конструкция корпуса морских судов [Текст] / Н. В. Барабанов, А. И. Максимаджи. — 2-е изд. — Л., 1969.

[2] Топалов, В. Аварий на балкерах станет меньше [Текст] / В. Топалов, В. Торский, В. Березовский. — О. : ОГМА, 2006.

- [3] *Тхань Лам Нгуен*. Сопоставление требований общих правил МАКО и правил РМРС (на примере конструкций навалочника с одинарным бортом) [Текст] / Тхань Лам Нгуен. — СПб. : СПбГМТУ, 2009.
- [4] *Цыбенко, Н. А.* Проектирование корпусных конструкций судов для навалочных грузов и судов для навалочных грузов и нефти [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук / Н. А. Цыбенко. — Николаев, 1988.
- [5] IMO Performance Standard for Protective Coatings IACS Procedural Requirement on Application of IMO PSPC under IACS [Text]. Common Structural Rules for Bulk Carriers. — [www.oecd.org/dataoecd/16/61/37882839.pdf](http://www.oecd.org/dataoecd/16/61/37882839.pdf).