



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ДГТУ)**

Кафедра «Техника и технологии кораблестроения и водного транспорта»

Методические указания

по дисциплине «Проектирование судов и объектов морской инфраструктуры»

Ростов-на-Дону

2024 г.

Составители: Коротыч Д.А, Приходько С. П.

Методические указания по дисциплине «Проектирование судов и объектов морской инфраструктуры». ДГТУ, г. Ростов-на-Дону, 2024 г.

Предназначено для обучающихся очной/заочной форм для направления (шифр): 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры.

Ответственный за выпуск:

зав. кафедрой (руководитель структурного подразделения, ответственного за реализацию ОПОП): Косенко Е.Е.

© Издательский центр ДГТУ, 2024г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Цель расчетно-графического задания	5
2. Оформление расчетно-графического задания	5
2.1. Пояснительная записка	5
2.2. Графическая часть	8
3. Порядок выполнения расчетно-графического задания	8
3.1. Архитектурно-конструктивный тип судна	8
3.2. Нормальная шпация	12
3.3. Водонепроницаемые переборки. Разбивка корпуса на отсеки	13
3.3.1. Основные положения	13
3.3.2. Учет требований международных конвенций	14
4. Пример выполнения расчетно-графического задания	17
4.1. Архитектурно-конструктивный тип судна	17
4.2. Нормальная шпация	18
4.3. Водонепроницаемые переборки. Разбивка корпуса на отсеки	18
Заключение	20
Библиографический список	21
Приложение А	22
Приложение Б	25

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены в соответствии с программой дисциплины «Проектирование судов и объектов морской инфраструктуры» по направлению 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры.

Дисциплина «Проектирование судов и объектов морской инфраструктуры» является базой при проектировании конструкции корпуса морских судов и плавучих сооружений. Задачи, решаемые при проектировании конструкций корпуса, требуют обеспечения прочности, надежности и работоспособности при минимальной металлоемкости. Необходимые характеристики надежности и работоспособности конструкций можно получить путем грамотного конструирования, базирующегося на анализе предшествующего опыта эксплуатации и изучения современных и перспективных судов.

Поэтому при выполнении расчетно-графической работы предусматривается использование основного нормативного документа по конструкции морских судов – Правил классификации и постройки морских судов, часть II «Корпус» (в дальнейшем Правил).

1. ЦЕЛЬ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Целью расчетно-графической работы является выполнение разбивки корпуса судна на отсеки расчетным методом. При этом предусматривается выполнение требований и использование основного нормативного документа – Правил классификации и постройки морских судов, часть II «Корпус».

Задание содержит следующие данные:

- тип и назначение судна;
- главные размерения судна, в том числе L – длина между перпендикулярами, м; B – ширина, м; D – высота борта, м; d – осадка в грузу, м;
- ледовая категория Регистра.

В задании также указывается расположение машинного отделения по длине судна.

Исходные данные приведены в таблицах А.1, А.2, А.3 приложения А.

2. ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

2.1. Пояснительная записка

Оформление Пояснительной записки выполняется в соответствии с ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам».

Свободное поле оставляется на листе: сверху – 20 мм; снизу – 30 мм; слева – 25 мм; справа – 10 мм; поле для переплета – 0 мм. Используются стандартные рамки, с малым штампом внизу листа, нумерация делается в штампе. Основная надпись каждого листа отчета содержит следующие сведения: шифр направления / специальности (6 символов). номер группы (2 символа). номер по порядку (2 символа). 001ПЗ.

В пояснительную записку входят все расчеты с необходимыми пояснениями в соответствии с объемом работ, предусмотренным заданием. Пояснительная записка должна включать титульный лист (Приложение Б), оглавление, текст, библиографический список, приложение (при необходимости).

Оглавление должно включать заголовки разделов и подразделов и номера соответствующих страниц.

Текстовая часть отчета выполняется принтерным способом на стандартных листах белого цвета формата А4 с заполнением одной стороны. Рекомендуется применение текстового редактора – MicrosoftOfficeWord, используя следующие параметры:

- шрифт Times New Roman, кегль 12-14 пт;
- полуторный межстрочный интервал и обычный межзнаковый интервал;
- абзацный отступ – 1,25 см;

- выравнивание по ширине страницы с автоматической расстановкой переносов;
- заголовок 1 (раздел) – жирный, прописные буквы, каждый раздел начинается с новой страницы, интервал после – 18 пт, запретить автоматический перенос слов, выравнивание текста по левому краю, отступ слева – 1,25 см и выступ – 0,4;
- заголовок 2 (подраздел) – жирный, строчные буквы, интервал перед заголовком 12 пт, после – 6 пт, запретить автоматический перенос слов, выравнивание текста по левому краю, отступ слева – 1,25 см и выступ – 0,8;
- заголовок 3 (пункт) – строчные буквы, интервал перед заголовком 6 пт, после – 6 пт, запретить автоматический перенос слов, выравнивание текста по левому краю, отступ слева – 1,25 см и выступ – 1,2.

Основной текст должен быть разделен на разделы и подразделы, которые нумеруются арабскими цифрами без точки в конце. Номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Нумерация пунктов должна быть в пределах подраздела и номер пункта должен состоять из номеров раздела, подраздела и пункта, разделенных точками. В конце заголовков, названий таблиц и рисунков точки не ставятся.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 2.316.

Формулы, на которые имеются ссылки в тексте, должны нумероваться в пределах раздела арабскими цифрами. Номер формулы должен состоять из номера раздела и порядкового номера формулы, разделённых точкой (1.2, 6.7).

При наборе формул рекомендуется использовать редактор MathType.

Кегли шрифтов: основной – 16; крупный индекс – 10; мелкий индекс – 7; крупный символ – 20; мелкий символ – 10.

Гарнитура шрифта: текст – TimesNewRoman (курсив); функция – TimesNewRoman (курсив); переменная – TimesNewRoman (курсив); строчные греческие – Symbol; прописные греческие – Symbol; символы – Symbol; матрица вектор – TimesNewRoman (курсив); числа – TimesNewRoman (курсив).

Формулы выравниваются по центру, их номера в скобках – по правому краю, интервал перед формулой 6 пт, после – 6 пт. Нумеровать следует только наиболее важные формулы, на которые есть ссылки в тексте. В библиографический список включают все использованные источники в порядке появления ссылок в тексте.

Пример оформления формулы

«... при расчёте машинных операций прикладного управляющего функционирования используется выражение (7.1)

$$D_n = 5 \cdot k_p \cdot \sum_{i=1}^{n-1} P_i \quad (7.1)$$

где P_i – i -я статья нагрузки прототипа, т; ...».

Рисунки и их наименования в формате: «Рис. 6.1. Наименование», выравниваются по центру, без абзацного отступа, кегль 12 пт, интервал перед рисунком – 6 пт, после наименования рисунка – 6 пт. Рисунки выполняются в форматах BMP, TIFF и JPG. Их количество должно быть достаточным для пояснения и обоснования принятых проектных решений.

Ссылки на рисунки следует писать «... в соответствии с рис. 6.1 ...». Если рисунок имеет составные элементы или нумерацию состава изделия и др., то на этом рисунке должна быть указана расшифровка позиций и номеров на рисунке, размещённые под рисунком, в этом случае после слова «Рисунок», наименования и двосточия помещают пояснительные данные.

Если в качестве рисунка указывается график, то на поле каждого графика наносится сетка, шаг которой выбирается исходя из характера функциональной зависимости и масштаба графика.

Нумерация таблицы выполняется также в пределах раздела аналогично формулам и рисункам. Таблицу помещают под текстом, где впервые она указывалась или, по возможности, на отдельном листе. Если таблица переносится на другую страницу, необходимо повторить строки заголовков таблицы. Название «Таблица 3.1» располагается над таблицей справа, выравнивание по правому краю, разреженный, кегль 14 пт, название располагается по центру, кегль 12 пт, полужирный. Интервал перед наименованием таблицы 6 пт, интервал перед абзацем, следующим сразу за таблицей 6 пт. Внутри таблицы применяют одинарный межстрочный интервал. После названия таблицы знаки препинания не ставятся.

Пример оформления таблицы

Т а б л и ц а 3.1

Общее число поперечных водонепроницаемых переборок

Длина судна, м	Общее число переборок	
	машинное отделение в средней части	машинное отделение в корме ¹
До 65	4	3
...
От 165 до 185	9	8
Свыше 185	По согласованию с Регистром	
¹ Переборка ахтерпика образует кормовую границу машинного отделения		

2.2. Графическая часть

Необходимо выполнить схему общего расположения основных помещений на формате А4. На продольном разрезе судна показать расположение главных поперечных переборок, палуб, двойного дна, надстроек, обозначить названия основных помещений. Указанная схема должна дополняться по мере выполнения остальных разделов расчета.

При разработке схемы можно использовать описание судна-прототипа или близкого по назначению и размерам судна, приведенного в технической документации или журналах («Судостроение» и др.).

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

3.1. Архитектурно-конструктивный тип судна

Корпус любого плавучего сооружения является той основой, на которой располагается и монтируется необходимое оборудование, которое определяет назначение этого сооружения. В течение всего срока службы его конструкция должна воспринимать все возможные нагрузки без разрушения и остаточных деформаций, несмотря на неизбежный износ и коррозию. При его проектировании внешние нагрузки задаются в зависимости от условий и районов эксплуатации.

При проектировании конструкций судна также необходимо учитывать архитектурные требования к внешнему виду и его конструктивный тип. Конструктивный тип транспортного судна определяется наилучшей приспособленностью к грузовым операциям, размещению и хранению груза во время транспортировки при необходимом качестве, хорошей обитаемости для команды, достаточной прочности и минимальной массе. Основой архитектурного вида являются формы основного корпуса, обеспечивающие минимальное сопротивление при движении в воде и хорошие мореходные качества на волнении, а также расположение, количество и форма надстроек, расположение машинного отделения, жилых помещений и трюмов.

Корпус представляет собой непроницаемую оболочку, состоящую из относительно тонких листов, подкрепленных балками, представляющими собой прокатные или сварные профили. Продольные и поперечные переборки устанавливаются как в корпусе судна, так и в его надстройках и имеют различные назначения. Они обеспечивают непотопляемость, прочность, конструктивную противопожарную защиту, разделяют корпус на отсеки. Их минимальное количество (прочных и непроницаемых) зависит от длины судна и определяется Правилами Классификационных обществ.

Непроницаемые переборки должны выдерживать давление воды при аварийном затоплении отсека, а при перевозке жидких грузов – инерционные нагрузки от жидкого груза при качке. Поэтому переборки должны обладать достаточной прочностью. Корпус судна поперечными переборками разделяется на ряд отсеков (Рис. 3.1).

Отсеком называется часть внутреннего пространства судна, ограниченная днищем, бортами, палубой переборок и двумя соседними поперечными водонепроницаемыми переборками.

Крайний носовой отсек, ограниченный форпиковой переборкой, называется **форпиком**.

Крайний кормовой отсек, ограниченный ахтерпиковой переборкой, называется **ахтерпиком**.

Пространство между наружной обшивкой и вторым дном называется **междудонным пространством**. Междудонное пространство образует отсеки двойного дна. Отсеки второго дна используются для хранения запасов топлива, масла, пресной воды, приема балласта.

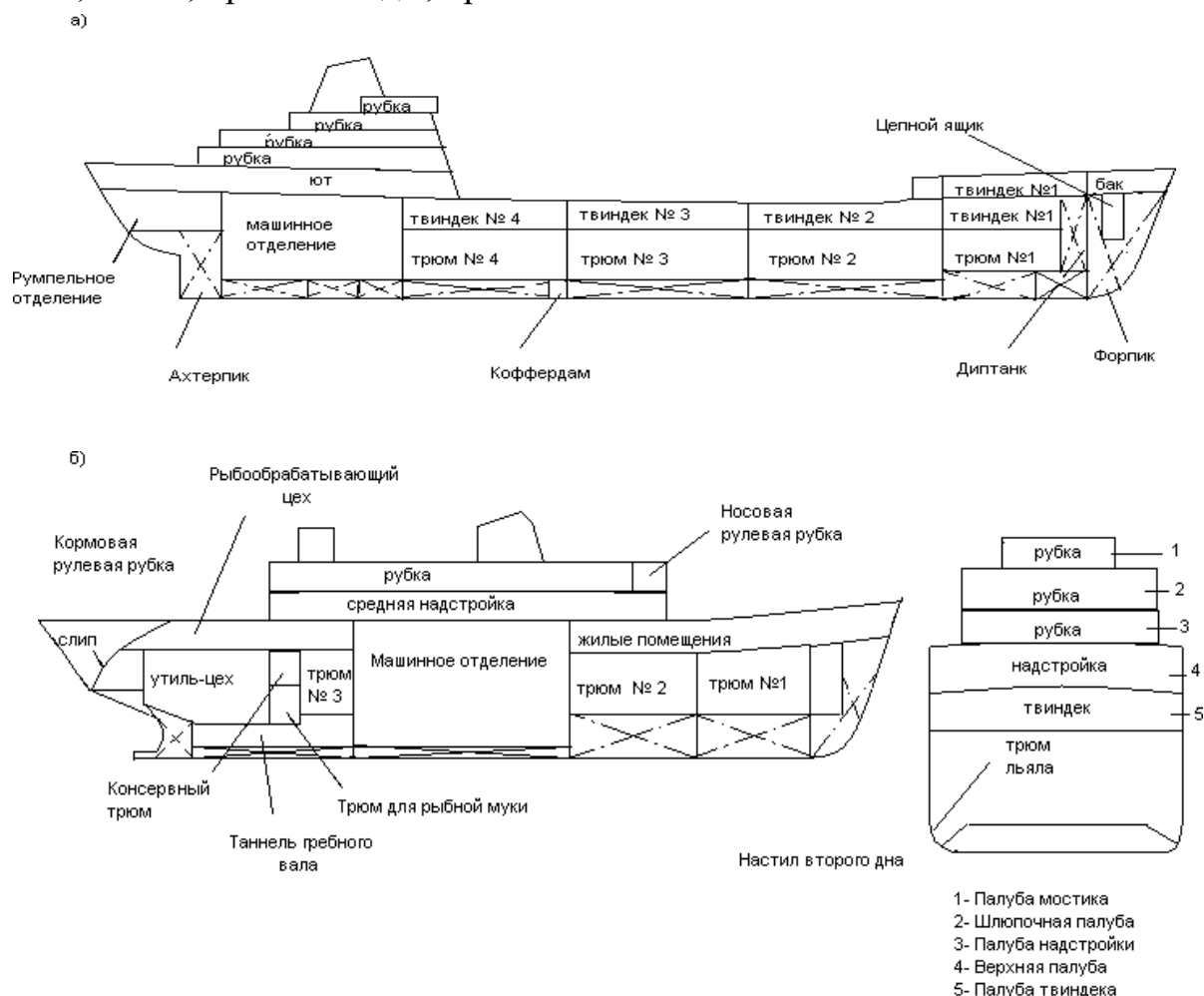


Рис. 3.1. Общая схема промысловых судов:
а – приемно-транспортного судна; б – траулера.

Пространство между вторым дном и ближайшей палубой образует **трюм**. Пространство между палубой называется **твиндеком**.

Диптанком называется глубокая цистерна, расположенная выше второго дна. Диптанки используются для хранения топлива, приема балласта, а также для перевозки жидких, сухих грузов и рыбной муки. На современных танкерах и сухогрузных судах запасы топлива размещаются в цистернах, расположенных вне двойного дна. На сухогрузных судах для приема балласта используются специальные цистерны, расположенные во втором дне или бортовые цистерны, образованные двойными бортами. Суда для перевозки навалочных грузов и нефти имеют бортовые скуловые и бортовые подпалубные цистерны.

Цистерна сборная – судовая емкость для сбора и хранения необработанных сточных вод.

Отстойный танк – танк для сбора и отстоя промывочных вод танков, грязного балласта, нефтяных остатков и других нефтесодержащих смесей.

Танк изолированного балласта – танк, который полностью отделен от грузовой системы и системы жидкого топлива и специально предназначен для балласта и перевозки грузов, не являющихся нефтью или другими вредными веществами.

Коффердам – узкое нефте- и газонепроницаемое помещение, разделяющее цистерны с нефтепродуктами от сухогрузных трюмов, цистерн пресной воды и других помещений (Рис. 3.2).

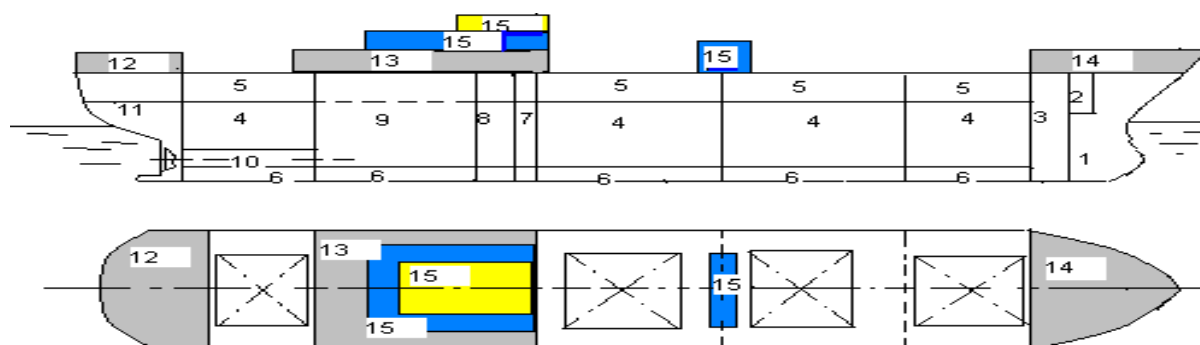


Рис. 3.2. Схема судовых помещений.

- 1 – форпик; 2 – цепной ящик; 3 – диптанк; 4 – грузовой трюм;
- 5 – грузовой твиндек; 6 – междудонное пространство (двойное дно);
- 7 – коффердам; 8 – диптанк; 9 – машинное отделение;
- 10 – коридор гребного вала; 11 – акхтерпик; 12 – ют (кормовая надстройка); 13 – средняя надстройка; 14 – бак (носовая надстройка);
- 15 – рубки.

Машино-котельное отделение (МКО) по длине судна может занимать среднее, промежуточное и кормовое положение (Рис. 3.3).

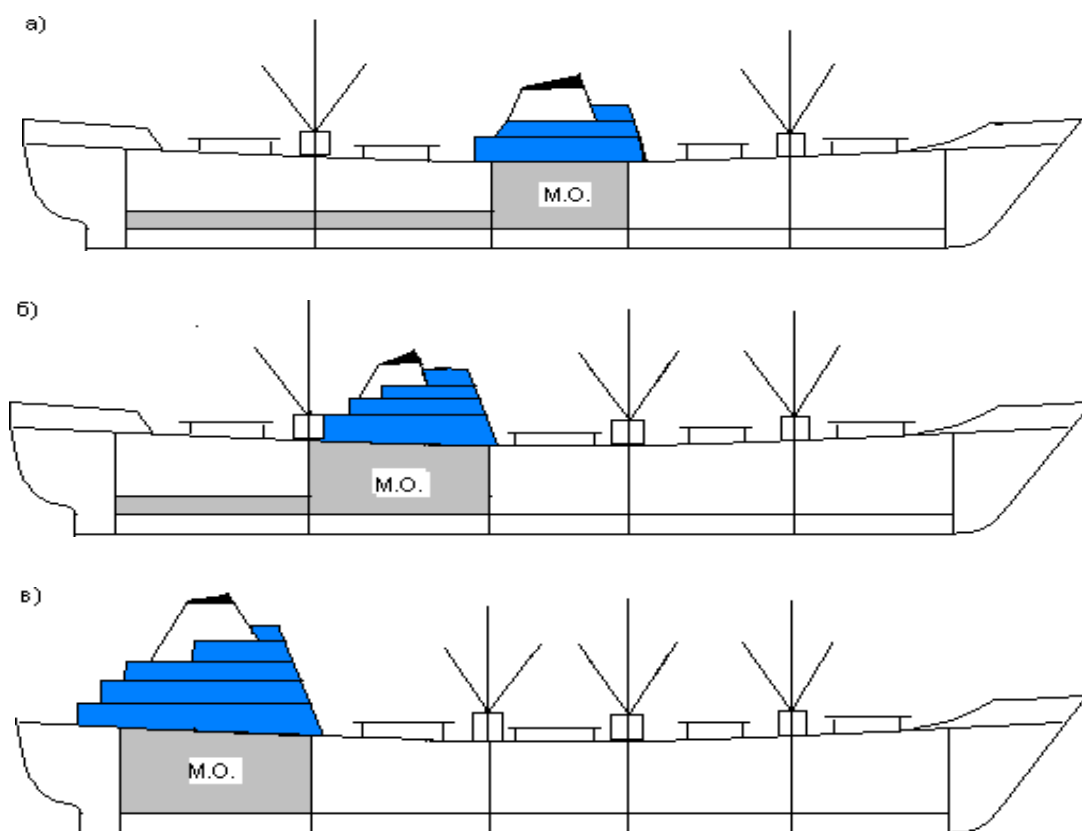


Рис. 3.3. Расположение машинного отделения и основной жилой надстройки
а) среднее, б) промежуточное, в) кормовое

Размещение МКО в корме имеет ряд преимуществ:

1. Сокращается длина валопровода и его масса.
2. Исключается необходимость предусматривать туннель гребного вала из МКО в корму, который уменьшает полезный объем трюмов и создает неудобства при выполнении грузовых работ.
3. Высвобождает удобные для укладки грузов объемы в средней части судна.

Недостатки: чисто кормовое расположение МКО и жилой надстройки усложняет условие удифферентовки судна при его движении порожнем, увеличивает изгибающий момент при положении судна на вершине волны. Машинное отделение на добывающих судах, как правило, располагается в средней части или несколько смешанно в нос от миделя чтобы иметь свободную площадь палубы для выборки трала. Упрощаются вопросы удифферентовки судна как порожнем, так и в грузу, уменьшается изгибающий момент при положении порожнего судна на вершине волны и грузу на подошве волны.

3.2. Нормальная шпация

Шпация является наиболее общим элементом почти всех корпусных конструкций: от величины шпации зависят прочные размеры (толщины) наружной обшивки, настилов второго дна, палуб и платформ, обшивки переборок, размеры набора и т.д. Шпация не является независимым параметром, так как взаимосвязана с прочностными и жесткостными характеристиками почти всех связей корпуса.

На протяжении всей истории металлического судостроения величина шпаций увеличивалась, но делалось это достаточно осторожно - по мере углубления знаний о характере работы корпуса и его деталей, совершенствования конструкций и материала.

Являясь индивидуальной характеристикой судна (сооружения), оптимальная шпация для различных судов различна, однако это не значит, что каждое судно должно иметь свою шпацию. При большей шпации обеспечивается уменьшение объема работ по изготовлению, установке, сборке и приварке балок набора и деталей их соединений. Шпация, отвечающая минимуму веса, меньше шпации, отвечающей минимуму стоимости.

В связи с этим в Правилах Регистра, начиная с 1968 года, разрешено изменять размеры шпации в широких пределах (изменяя величину a по формуле 3.1 до $\pm 25\%$) без специального согласования с Регистром. Должна быть выбрана стандартная шпация в соответствии с отраслевым стандартом «Шпации морских стальных судов», предусматривающим для средней части судна следующие размеры шпации, мм:

400, 500, 550, 600, 700, 750, 800, 850, 900, 950, 1000.

Нормальная шпация (расстояние между балками основного набора) в средней части судна определяется по формуле

$$a_0 = 0,002L + 0,48, \text{ м.} \quad (3.1)$$

Полученное значение шпации округляется до стандартного размера. При поперечной системе набора на длине отсеков укладывается кратное число шпаций, а при продольной системе набора днища и палубы расстояние между флорами и рамными бимсами кратно шпации для шпангоутов борта.

В форпике и ахтерпике шпация должна быть не более 0,6 м; между переборкой форпика и сечением $0,2L$ в корму от носового перпендикуляра – не более 0,7 м.

С учетом выбранной шпации на схеме общего расположения следует показать положение практических шпангоутов и пронумеровать их.

3.3. Водонепроницаемые переборки. Разбивка корпуса на отсеки

3.3.1. Основные положения

Когда выбран тип механической установки, но еще не известны характеристики главного двигателя, суммарную длину машинно-котельных отделений можно выразить в долях длины судна

$$l_{MKO} = k \cdot L. \quad (3.2)$$

Значения коэффициента k снимаются с графиков на рис. 3.4 и 3.5. Кривые 1 и 2 (рис. 3.4) относятся к дизельным установкам как с прямой передачей на винт, так и с редукторной. Для дизель-редукторных установок с двумя двигателями в средней части судна значения k довольно стабильны и при длине судна $L = 75–150$ м составляют 0,13–0,15.

Значительные колебания коэффициента k в области малых длин при кормовом расположении дизельной установки объясняются более существенным, чем при ином расположении машинного отделения (МО), влиянием конструктивного типа главного двигателя на длину машинного отделения (МО), влиянием конструктивного типа главного двигателя на длину машинного отделения (поскольку здесь приходится вписывать установку в суженные обводы корпуса судна), а, следовательно, и на величину коэффициента k . Для установок с газовыми турбинами значения k близки к нижнему пределу дизельных установок [9, 10].

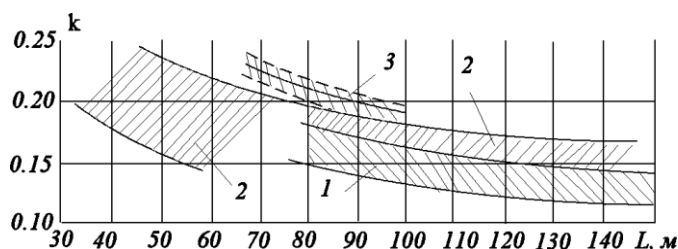


Рис. 3.4. Значения коэффициента k в формуле (3.2) для энергетической установки с одним дизелем в средней части судна (1); с одним дизелем и кормовой части судна (2); для дизель-редукторной установки с двумя дизелями в кормовой части судна (3)

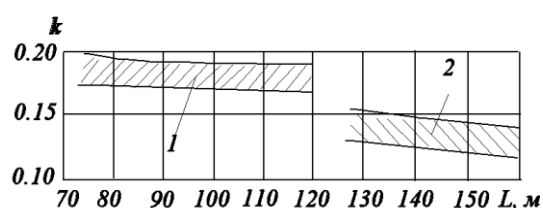


Рис. 3.5. Значения коэффициента k , в формуле (3.2) для дизель-электрической установки в кормовой части судна (1) и паротурбинной установки в средней части судна (2)

Общее число поперечных водонепроницаемых переборок, включая переборки форпика и ахтерпика, должно быть, как правило, не менее указанного в табл. 3.1. Эти требования относятся только к грузовым судам и являются минимальными.

Если предусматривается обеспечение непотопляемости судна, число и расположение водонепроницаемых переборок (а также частичных водонепроницаемых переборок) следует принимать в соответствии с требованиями части V «Деление на отсеки» [1].

Т а б л и ц а 3.1

Общее число поперечных водонепроницаемых переборок

Длина судна, м	Общее число переборок	
	машинное отделение в средней части	машинное отделение в корме ¹
До 65	4	3
От 65 до 85	4	4
От 85 до 105	5	5
От 105 до 125	6	6
От 125 до 145	7	6
От 145 до 165	8	7
От 165 до 185	9	8
Свыше 185	По согласованию с Регистром	
¹ Переборка ахтерпика образует кормовую границу машинного отделения		

В отдельных случаях Регистр может допустить уменьшение числа переборок. При этом расстояние между соседними водонепроницаемыми переборками, как правило, не должно превышать 30 м. Увеличение этого расстояния является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром.

Все водонепроницаемые поперечные переборки, расположенные между форпиковой и ахтерпиковой переборками, должны быть доведены до палубы надводного борта.

Отсеки, предназначенные для перевозки жидких грузов и балласта, у которых $l > 0,13 \cdot L$ и (или) $b > 0,6 \cdot B$ являются предметом специального

рассмотрения Регистром (l и b — длина и ширина отсека, измеренные на середине его высоты, м).

3.3.2. Учет требований международных конвенций

Переборки пиков и машинного отделения, туннели гребных валов на пассажирских судах.

1. Должна устанавливаться форпиковая или таранная переборка, которая должна быть водонепроницаемой до палубы переборок. Эта переборка должна располагаться на расстоянии не менее 5 % длины судна L , и не более 3 м плюс 5 % длины судна L , от носового перпендикуляра (рис. 3.3).

2. Если какая-либо часть корпуса судна ниже ватерлинии выступает за носовой перпендикуляр, например, бульбовый нос, расстояние измеряется от точки, расположенной посередине длины такого выступа, либо на расстоянии, равном 1,5 % длины судна в нос от носового перпендикуляра, либо на расстоянии 3 м в нос от носового перпендикуляра, смотря по тому, какое из измерений даст наименьший результат (рис. 3.6).

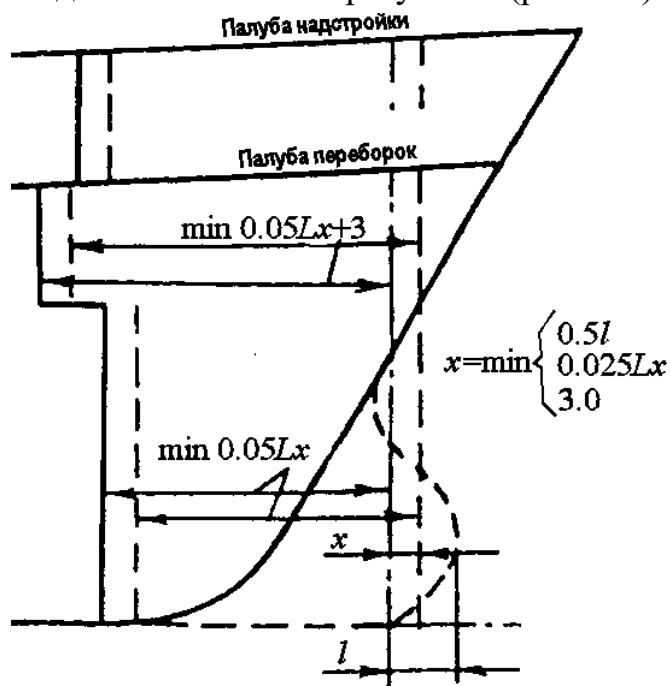


Рис. 3.6. Расположение таранной переборки

3. Если имеется длинная носовая надстройка, форпиковая или таранная переборка на всех пассажирских судах должна быть продлена непроницаемой при воздействии моря до следующей сплошной палубы, расположенной непосредственно над палубой переборок. Продолжение должно быть выполнено так, чтобы исключить возможность его повреждения носовой дверью при повреждении или отрыве носовой двери.

4. Ахтерпиковая переборка, а также носовая и кормовая переборки, отделяющие машинное помещение в нос и корму от грузовых и пассажирских помещений, также должны устанавливаться и быть водонепроницаемыми до палубы переборок.

Ахтерпиковая переборка может, однако, иметь уступ ниже палубы переборок при условии, что степень безопасности судна в отношении деления на отсеки при этом не снижается.

5. Во всех случаях дейдвудные трубы должны быть заключены в водонепроницаемые помещения небольшого объема. Дейдвудный сальник должен располагаться в водонепроницаемом туннеле гребного вала или другом, отделенном от отсека дейдвудной трубы водонепроницаемом помещении такого объема, чтобы в случае его затопления из-за просачивания

воды через дейдвудный сальник предельная линия погружения не оказалась под водой.

Если таранную переборку значительно сместить в нос, то при столкновении она может быть разрушена и, следовательно, свою роль она не выполнит, то есть, кроме форпика будет затоплен следующий отсек. Если эта переборка будет существенно смещена в корму, то затопленный форпик может привести к затоплению самого судна.

Есть суда, например, ролкеры, у которых грузовые операции производятся через носовую аппарель. У этих судов обычно устанавливают две таранные переборки. Две поперечные крайние переборки у **форштевня** и **ахтерпиковая** образуют два концевых отсека: форпик и ахтерпик. Когда речь идет о конструкции оконечностей, то подразумевается не только часть корпуса между штевнями и поперечными переборками форпика и ахтерпика, но также и участки основного корпуса, которые прилегают к пикам и обеспечивают постепенный конструктивный переход к средней части корпуса, а также осуществляют крепление продольных балок, судового набора.

В этих районах устанавливаются важнейшие судовые устройства и оборудование, различные цистерны и помещения и все это в ряде случаев определяется назначением судна и его эксплуатационными особенностями.

С учетом всех перечисленных требований выполнить разбивку корпуса судна на отсеки в масштабе на формате А4, ориентация альбомная.

4. ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ

4.1. Архитектурно-конструктивный тип судна

Архитектурно конструктивный тип судна определяется его внешней формой, а также числом палуб основного корпуса. Внешняя форма судна зависит от формы основного корпуса; числа, расположения и формы надстроек и рубок; местоположения главных механизмов и формы дымовых труб; типа и расположения грузового устройства, рангоута (мачт) и т. д. Сухогрузное судно является судном торгово-промышленного назначения, предназначено для перевозки пакетированных грузов. Оно обслуживает нужды определенного промышленного предприятия и является как бы составной частью оборудования промышленного комплекса.

Носовая оконечность судна имеет бульбообразную форму в подводной части. Наличие бульба уменьшает волнообразование и способствует уменьшению сопротивления воды движению судна. У судов, имеющих полные образования корпуса, бульб в носу позволяет заострить носовые ватерлинии и районе кильватерной линии и уменьшить тем самым сопротивление формы.

Сухогрузы – суда со стандартной седловатостью, определяемой по правилам о грузовой марке. Сухогруз имеет четырехярусную надстройку. Надстройки расположены на верхней непрерывной палубе основного корпуса. Они простираются по ширине судна. Надстройки служат не только для размещения в них судовых помещений, но и для улучшения мореходных качеств судна. Судно с полным раскрытием палубы, т.е. приспособлено для скоростных грузовых операций. Люки занимают большую часть площади палубы, имеет поперечные центральные люки шириной 10,5 м.

В районе грузовых помещений данного открытого судна невозможно устройство рубки или надстройки, так как это сопряжено с появлением значительных карманов у поперечных комингсов люков. Следовательно, и ходовая рубка, и надстройка размещаются над машинным отделением. Судно с промежуточным расположением машинного отделения.

Грузовые помещения данного сухогруза представляют собой ряд трюмов приблизительно одинаковых размеров, отделенных друг от друга поперечными водонепроницаемыми переборками. Одинаковый объем трюмов позволяет наиболее эффективно использовать береговые грузовые средства. Все поперечные переборки водонепроницаемые и доведены до верхней палубы [1]. Конструкция корпуса судна должна обладать свойствами долговечности, безотказности, ремонтпригодности и другими свойствами, входящими в понятие надежности.

4.2. Нормальная шпация

Нормальная шпация (расстояние между балками основного набора) в средней части судна:

$$a_0 = 0,002 \times L + 0,48 = 0,002 \times 148 + 0,48 = 0,776 \text{ м} = 800 \text{ мм.} \quad (4.1)$$

В форпике и ахтерпике шпация $a_0 = 0,6 \text{ м}$.

На расстоянии $0,2L$ (не более 30 м) от носового перпендикуляра шпация должна быть не более $a_0 = 0,7 \text{ м}$.

4.3. Водонепроницаемые переборки. Разбивка корпуса на отсеки

Общее число поперечных водонепроницаемых переборок, включая переборки форпика и ахтерпика, должно быть не менее 8 для заданного судна. Эти требования относятся только к грузовым судам и являются минимальными.

Если предусматривается обеспечение непотопляемости судна, число и расположение водонепроницаемых переборок (а также частичных водонепроницаемых переборок) следует принимать в соответствии с требованиями части V «Деление на отсеки» Морского Регистра Судоходства. В отдельных случаях Регистр может допустить уменьшение числа переборок.

При этом расстояние между соседними водонепроницаемыми переборками, как правило, не должно превышать 30 м. Увеличение этого расстояния является в каждом случае предметом специального рассмотрения Регистром. Все водонепроницаемые поперечные переборки, расположенные между форпиковой и ахтерпиковой переборками, как правило, должны быть доведены до палубы надводного борта.

Отсеки, предназначенные для перевозки жидких грузов и балласта, у которых $l > 0,13 \cdot L$ и (или) $b > 0,6 \cdot B$ являются предметом специального рассмотрения Регистром (l и b – длина и ширина отсека, измеренные на середине его высоты, м).

Учет требований международных конвенций

Переборки тиков, машинного отделения и дейдвудные трубы на грузовых судах.

1. Должна устанавливаться таранная переборка, которая должна быть водонепроницаемой до палубы надводного борта. Эта переборка должна располагаться от носового перпендикуляра на расстоянии не менее 5 % длины судна или 10 м, смотря по тому, что меньше. В отдельных случаях может быть разрешено иное расстояние, но не более 8 % длины судна.

2. Если какая-либо часть корпуса судна ниже ватерлинии выступает за носовой перпендикуляр, например, бульбовый нос, расстояние измеряется от точки, расположенной посередине длины такого выступа, либо на расстоянии, равном 1,5% длины судна в нос от носового перпендикуляра, либо на расстоянии 3 м в нос от носового перпендикуляра, смотря по тому, какое из измерений дает наименьший результат.

Форпиковая переборка от носового перпендикуляра располагается на расстоянии: $0,05L = 0,05 \cdot 143 = 9,6$.

Количество шпаций: $9,6/0,6 = 16$ шп.

Ориентировочная длина отсека после форпиковой переборки определяется:

$$0,2L - 9,6 = 19 \text{ м};$$

Количество шпаций: $19/0,7 = 27,14$ шп.

Длину отсека после форпиковой переборки принимаем равной:

$$27 \cdot 0,7 = 18,9 \text{ м}$$

Длина машинного отделения (МО):

$$l_{mo} = k \cdot L = (0,12 \times 0,2) \times 143 = 0,17 \times 143 = 24, \text{ м};$$

Количество шпаций в МО:

$$l_{mo}/a_0 = 24,31/0,8 = 31 \text{ шп.}$$

Пересчет длины МО.

$$l_{mo} = 31 \times 0,8 = 24,8 \text{ м};$$

Для ориентировочного расчета длин остальных отсеков принимаем длину ахтерпика равной 10 м.

Определяем общую длину остальных четырех отсеков:

$$143 - 10 - 24,8 - 18,9 - 31,5 - 9,6 = 80,5 \text{ м}$$

$$80,5/3 = 26,83 \text{ м}; 26,83/0,8 = 33 \text{ шп.}$$

Длина каждого отсека: $33 \cdot 0,8 = 26,4 \text{ м}$

Уточняем длину ахтерпика: $143 - 26,4 \times 3 - 24,8 - 18,9 - 9,6 = 10,5 \text{ м}$

С учетом всех перечисленных требований и расчетов выполняется разбивка корпуса судна на отсеки в масштабе (рис. 4.2).

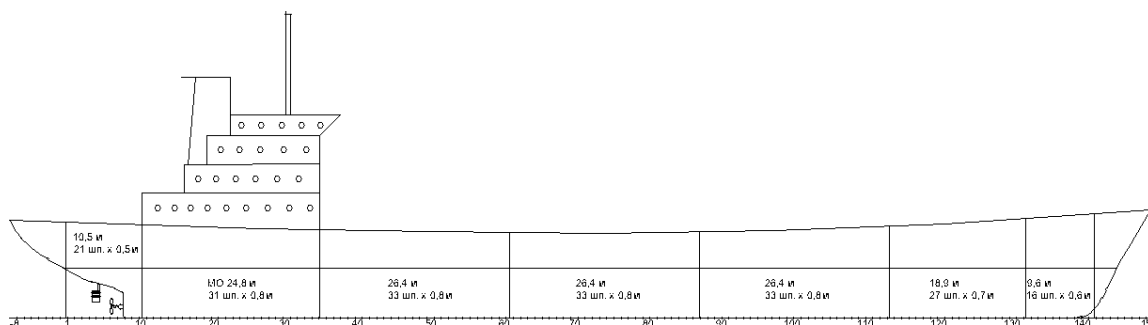


Рис. 4.2. Разбивка корпуса судна на отсеки

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении расчетно-графической работы обучающиеся изучают и используют основной нормативный документ – Правила классификации и постройки морских судов, часть II «Корпус», альбомы конструктивных мидель-шпангоутов и типовых конструкций, конструктивные и рабочие чертежи судов, ГОСТы и ОСТы.

Выполнение расчетно-графической работы способствует подготовке обучающегося к курсовому проектированию и изучению курсов строительной механики корабля, технологии судостроения, общесудовых устройств и систем, проектирования судов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской регистр судоходства: – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2021. – Часть II. Корпус. – 319 с. <http://rs-class.org/ru/>
2. Кузьмина А.В. Конструкция стационарных и плавучих сооружений: учеб. пособие/ А.В. Кузьмина, В.Р. Душко, В.С. Игнатович, М.Г. Балашов. – Севастополь: СевНТУ, 2013. – 213 с.: ил.
3. Барабанов Н.В. Конструкция морских судов: в 2 т./Н.В. Барабанов, Г.П. Турмов. – СПб.: Судостроение, 2002. – Т.1. – 448 с., Т.2. – 472 с.
4. Альбом конструктивных мидель-шпангоутов. учеб. пособие. – Л.:ЛКИ,1970. – 135 с.
5. Белкин Ю.В. Инженерная графика в судостроении: Справочник /Ю.В. Белкин. – Л.: Судостроение, 1982. – 192 с.
6. ГОСТ 2.104-68. Единая система конструкторской документации: общие положения. – М.: Изд-во стандартов, 1983. – 340 с.
7. ГОСТ 2.419-68. Единая система конструкторской документации: Правила выполнения документации при плазовом методе производства. – М.: Изд-во стандартов, 1972. – 280 с.
8. Матвеев В.Г. Справочник по судостроительному черчению /В.Г. Матвеев, В.А. Борисенко. – Л.: Судостроение, 1983. – 246 с.
9. Бронников А.В. Морские транспортные суда. Основы проектирования: учеб. пособие/ А.В. Бронников. – Л.: Судостроение, 1984. – 352 с.
10. Бронников А.В. Проектирование судов: учебник/ А.В. Бронников. – Л.: Судостроение, 1991. – 320 с.
11. Электронный курс «Конструкция корпуса судов» (Конструкция корпуса кораблей, судов и объектов океанотехники) – часть 2 <https://do.sevsu.ru/course/view.php?id=5867>
12. Конструкция корпуса кораблей, судов и объектов океанотехники: метод. указания к выполнению самостоятельной работы студентами специальности 26.05.01 Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники всех форм обучения / Сост. А.В. Кузьмина, М.Г. Балашов. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 23 с. <http://lib.sevsu.ru/xmlui/handle/123456789/8641>
13. Конструкция корпуса судов: методические указания к выполнению самостоятельной работы студентов направления подготовки 26.03.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры всех форм обучения / Сост. А.В. Кузьмина, М.Г. Балашов. – Севастополь: СевГУ, 2019. – 24 с. <http://lib.sevsu.ru/xmlui/handle/123456789/8637>

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Таблица А.1

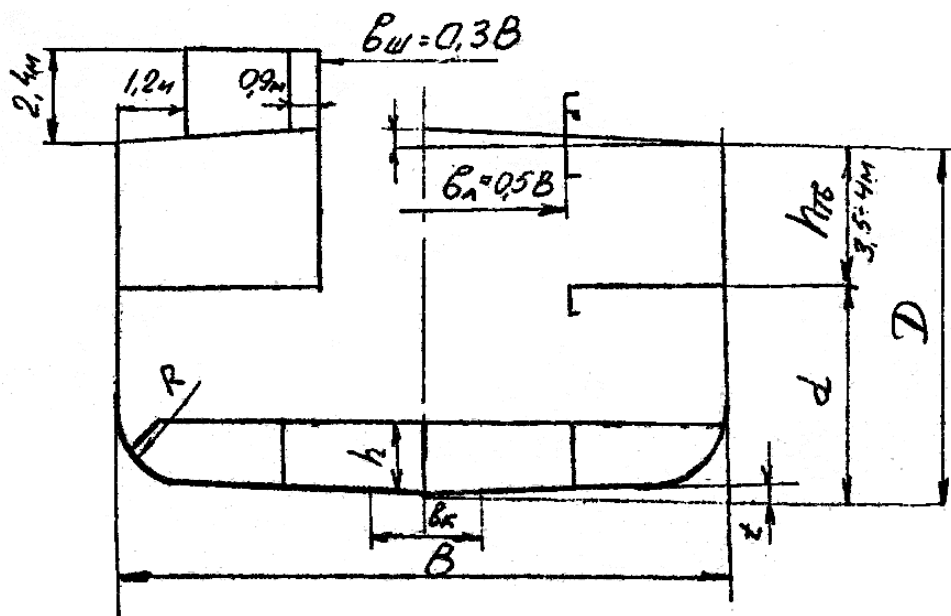
Основные характеристики сухогрузных судов

Характеристики		Сухогрузное судно									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина, м	L	140	148	143	142	91	145	141	110	156	95
Ширина, м	B	20,0	21,0	20,5	23,0	14,0	22,0	22,8	14,8	21,8	14,3
Высота борта, м	D	12,0	12,6	11,8	14,4	8,0	12,3	14,2	8,6	12,9	7,1
Осадка, м	d	7,5	8,0	6,9	8,4	5,5	7,9	8,1	6,2	9,4	6,5
Водоизмещение полное, т	x103	13,7	16,2	13,2	17,8	4,6	16,4	16,9	6,6	21,5	6,37
Водоизмещение порожнем, т	x103	4,6	5,4	4,4	5,9	1,5	5,5	5,6	2,2	10,1	3,0
Палубы (количество)	n1	1	2	1	2	2	1	2	2	2	1
Расположение	МО	К*	Пр**	К	Ср**	К	К	К	К	К	К
Ширина люка	b1	0,5В									
Ширина шахты	b2	0,3В									
Радиус скулы	Rc	0,9 высоты двойного дна									
Категория подкреплений	***	Ice2	Arc4	Ice3	Arc4	Ice2	Ice3	Arc4	Arc4	Ice3	Arc4
Район эксплуатации		R1	R2	R1	R2	R1	R1	R2	R1	R1	R2
Подъем линии днища	t	0,15	0,16	0,14	0,17	0,11	0,16	0,16	0,17	0,16	0,16

* Кормовое расположение машинного отделения (МО).

** Промежуточное, среднее расположение машинного отделения (МО).

****По Правилам Регистра.**



Т а б л и ц а А.2

Основные характеристики наливных судов

Характеристики		Наливное судно									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина, м	L	150	195	213	174	215	165	182	208	188	214
Ширина, м	B	21,0	27,0	32,0	23,4	31,0	23,0	24,3	28,2	25,8	31,0
Высота борта, м	D	11,2	14,2	15,2	12,5	15,5	12,4	13,8	14,2	13,7	15,4
Осадка, м	d	8,0	10,5	11,0	9,0	11,3	9,5	10,5	11,0	10,7	11,6
Водоизмещение полное, т	x103	20,7	45,3	61,5	30,1	61,8	29,6	38,1	52,9	39,7	62,6
Водоизмещение порожнем, т	x103	6,9	15,1	20,5	10,0	20,6	9,9	12,7	17,6	12,6	17,8
Продольные переборки	n2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Расположение	МО	К*	К	К	К	К	К	К	К	К	К
Ширина шахты	b2	0,3В									
Радиус скулы	Rc	0,9 высоты двойного дна									
Категория подкреплений	***	Ice2	Arc4	Ice3	Arc4	Ice2	Ice3	Arc4	Ice3	Ice2	Arc4
Район эксплуатации	***	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R2	R1	R1	R2

* Кормовое расположение машинного отделения (МО).

** Промежуточное, среднее расположение машинного отделения (МО).

*** По Правилам Регистра.

Основные характеристики навалочных судов

Характеристики		Навалочное судно									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Длина, м	L	215	186	180	172	181	190	178	204	189	201
Ширина, м	B	31,0	27,6	28,0	22,8	20,5	29,5	23,4	28,5	27,2	31,8
Осадка, м	d	11,0	10,0	11,2	9,1	11,4	12,3	10,2	12,4	10,0	12,3
Высота борта, м	D	16,0	15,6	16,0	13,6	16,4	16,8	14,6	15,9	15,6	16,9
Водоизмещение полное, т	$\times 10^3$	58,7	41,1	45,2	28,6	36,1	54,6	34,0	57,7	45,4	64,7
Водоизмещение порожнем, т	$\times 10^3$	19,6	13,7	15,1	9,5	12,0	18,2	11,3	19,2	12,2	16,8
Палубы (количество)	n_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Расположение	МО	К*	К	К	К	К	К	К	К	К	К
Ширина люка	b_1	0,4B	0,5B	0,4B	0,5B	0,4B	0,5B	0,4B	0,5B	0,5B	0,5B
Ширина шахты	b_2	0,25B									
Радиус скулы	R_c	0,9 высоты двойного дна									
Подпалубная цистерна	Нп	0,25B									
Скуловая цистерна	Нс	0,3D									
Отстояние цистерны	h_3	0,35D									
Категория подкреплений	***	Ice2	Arc4	Ice3	Arc4	Ice2	Ice3	Arc4	Ice3	Ice2	Arc4
Район эксплуатации	***	R1	R2	R1	R2	R1	R1	R2	R1	R1	R2

* Кормовое расположение машинного отделения (МО).

** Промежуточное, среднее расположение машинного отделения (МО).

*** По Правилам Регистра.

$$\alpha = 30^\circ; \beta = 45 - 55^\circ$$

$$b_d = (0,4 \div 0,5) \cdot B$$

$$b_1 = (0,7 \div 0,75) \cdot B$$

$$b_2 = (0,1 \div 0,15) \cdot B$$

$$b_3 = (0,8 \div 1,2) \text{ м}$$

$$h_1 = (0,11 \div 0,13) \cdot D$$

$$h_2 = (0,35 \div 0,37) \cdot D$$

$$h_3 = (0,2 \div 0,3) \cdot D$$

$$h_4 = (1,6 \div 2,00) \text{ м}$$

