

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Национальный университет кораблестроения
имени адмирала Макарова

Ю.Д. Жуков, А.Ю. Гайдай, О.Н. Лобанова

ОСНОВЫ НОВЕЙШЕЙ КОРАБЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ. КОРПУСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ



Учебное пособие

Рекомендовано методическим советом НУК

УДК 004.42
ББК 34.41я73
Ж58

Рекомендовано методическим советом НУК как учебное пособие

А в т о р ы :

Ю. Д. Жуков, доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии Украины в области науки и техники за 2011 год, академик АН судостроения Украины;

А. Ю. Гайдай, кандидат технических наук, доцент кафедры морского приборостроения;

О. Н. Лобанова, инженер-конструктор MDEM

Р е ц е н з е н т :

Ю. П. Кондратенко, доктор технических наук, профессор, заслуженный изобретатель Украины

Жуков Ю. Д.

Ж58 Основы новейшей корабельной инженерии. Корпусные конструкции : Учебное пособие / Ю. Д. Жуков, А. Ю. Гайдай, О. Н. Лобанова. — Николаев : издатель Торубара В. В., 2019. — XXX с.

ISBN 978-617-7472-XX-X («Серия книг актуальных знаний корабельного инженера (СКАЗКИ)»)

ISBN 978-617-7472-46-8

В данном учебном пособии охвачен весь необходимый материал по корпусу судна, требуемый современному инженеру-конструктору, а также другим специалистам в области проектирования и конструирования судов.

Знания, полученные при изучении материала данного учебного пособия, могут способствовать быстрому усвоению теоретических знаний о судне как о техническом объекте и получению практических навыков конструирования судов посредством использования инструментов САПР NUPAS-CADMATIS, что в конечном итоге позволит обеспечить высокий уровень подготовки специалистов судостроительного профиля, а также будет способствовать ускоренному освоению других программных пакетов автоматизации проектирования, не описанных в настоящем учебном пособии.

УДК 004.42
ББК 34.41я73

ISBN 978-617-7472-46-8

© Жуков Ю. Д., Гайдай А. Ю., Лобанова О. Н., 2019

Наукове видання

**Жуков Юрій Данилович
Гайдай Ганна Юріївна
Лобанова Ольга Миколаївна**

ОСНОВИ НОВІТНЬОЇ КОРАБЕЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ. КОРПУСНІ КОНСТРУКЦІЇ

Навчальний посібник

(російською мовою)

Комп'ютерна верстка, дизайн обкладинки: Торубара В. В.

Формат 60×84/8. Умов. друк. арк. XXX. Тираж 100 пр. Зам. №31/19.

Видавець та виготовлювач Торубара В. В.

вул. Наваринська, 5–17, м. Миколаїв, 54001, тел.: (0512) 37-81-28, (067) 800-70-70

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4626 від 9.10.2013



СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4	5.3. Якорно-швартовное устройство	134
1. ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СУДНА	5	5.4. Рулевое устройство и пропульсивный комплекс	140
1.1. Универсальные суда	5	5.5. Спасательное устройство	146
1.2. Суда-контейнеровозы	10	<i>Контрольные вопросы</i>	152
1.3. Автомобильные и пассажирские паромы	12	6. СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА СУДНО	153
1.4. Танкеры, химовозы, продуктовоы	13	6.1. Продольный изгиб корпуса судна	154
1.5. Технические суда	17	6.2. Кручение корпуса судна	163
1.6. Промысловые суда	18	6.3. Местные напряжения	163
<i>Контрольные вопросы</i>	20	6.4. Установка балок набора	166
2. ФОРМА СУДНА	21	<i>Контрольные вопросы</i>	173
2.1. Главные размерения	21	7. ОБСЛУЖИВАНИЕ И ДОКОВАНИЕ СУДОВ	174
2.2. Коэффициенты полноты	26	7.1. Корпусные материалы и коррозионная стойкость	174
2.3. Теоретический чертеж	27	7.2. Окрашивание судового корпуса и защитные покрытия	178
2.4. Проектные чертежи	31	7.3. Докование судов	183
2.5. Международные правила и нормы	36	7.4. Обслуживание и ремонт судов	188
2.6. Технические данные различных типов судов	46	<i>Контрольные вопросы</i>	194
<i>Контрольные вопросы</i>	70	8. МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ КУРС ОБУЧЕНИЯ	
3. КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВ	71	ОСНОВАМ КОРАБЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ В ЧАСТИ	
3.1. Классификация судов по назначению	71	КОРПУСА СУДНА	195
3.2. Краткий обзор различных типов судов	72	<i>Контрольные вопросы</i>	207
<i>Контрольные вопросы</i>	103	9. ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ	208
4. КОНСТРУКЦИЯ СУДОВЫХ СЕКЦИЙ	104	Лабораторная работа № 1	210
4.1. Грузовые трюмы	104	Лабораторная работа № 2	217
4.2. Кормовая оконечность	106	Лабораторная работа № 3	225
4.3. Машинное отделение	107	Лабораторная работа № 4	229
4.4. Двойное дно и двойной борт	110	Лабораторная работа № 5	234
4.5. Носовая оконечность	113	Лабораторная работа № 6	238
4.6. Основная надстройка	117	Лабораторная работа № 7	242
<i>Контрольные вопросы</i>	125	Лабораторная работа № 8	246
5. СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА	126	Лабораторная работа № 9	251
5.1. Люковые закрытия	126	Заключение	255
5.2. Грузовое устройство	129	Список рекомендованной литературы	256



ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время качественная подготовка современного инженера может быть реализована только на основе комплексного подхода к освоению информационных технологий, в основу которого положена сквозная система обучения студентов с использованием CAD/CAM/CAE/PDM систем, активно используемых в промышленности [6, 9, 12]. Поэтому основной задачей кораблестроительного инженерного образования является формирование практических навыков проектирования и конструирования судов средствами систем автоматизированного проектирования (САПР) высокого уровня, что позволит повысить качество подготовки специалистов в области корабельной инженерии, а также обеспечить высокий уровень конкурентоспособности выпускников на глобальном рынке инженерного труда.

Для реализации поставленной задачи студенты при изучении дисциплин, связанных с судостроением, параллельно с изучением теоретического материала по конструкции корпуса судна и судовым устройствам, знакомятся с современными средствами подготовки конструкторской и технологической документации. А именно, посредством использования систем автоматизированного проектирования, студенты получают знания в области корабельной инженерии и практические навыки работы в САПР [12, 14]. В учебном пособии изложены материалы, позволяющие студентам ознакомиться с особенностями конструкции корпуса, которые затем позволят получить навыки конструкторской работы путем создания трехмерной модели судна инструментами САПР NUPAS-CADMATIC [28].

В первом разделе показаны изометрические виды различных типов судов, приведены наименования всех видимых частей и пространств.

Во втором разделе представлены основные показатели, описывающие форму судна на примере реальных судов, приведена основная конструкторская документация с учетом международных правил и норм.

В третьем разделе выделены особенности развития современного этапа судостроения.

Четвертый раздел посвящен конструктивным особенностям отдельных судовых секций на примере трехмерных моделей различных типов судов.

В пятом разделе представлены основные элементы судовых устройств современного судна на примере трехмерных моделей.

В шестом разделе показаны основные силы, действующие на корпус судна и влияющие на его прочность и жесткость, а также представлены результаты моделирования корпусных нагрузок.

Седьмой раздел посвящен особенностям обслуживания и ремонта судов на различных стадиях эксплуатации.

В восьмом разделе описаны основные программные модули и функциональные возможности разработанного мультимедийного курса обучения основам корабельной инженерии в части корпуса судна.

В девятом разделе приведен курс мультимедийных лабораторных работ, позволяющих получить практические навыки конструирования судна инструментами САПР NUPAS-CADMATIC.

Знания, полученные при изучении материала данного учебного пособия, позволят повысить качество теоретической и, особенно, практической подготовки будущих инженеров-конструкторов судостроительного профиля посредством использования современного инструментария автоматизации проектирования на примере 3D САПР NUPAS-CADMATIC.

ОБЩЕЕ УСТРОЙСТВО СУДНА

1.1. Универсальные суда (Multi-purpose ship)

Универсальное сухогрузное судно — грузовое судно для перевозки генеральных грузов в упаковке (ящиках, кипах и т.п.) или отдельными местами (например, металлические конструкции, различное оборудование), а также контейнеров, некоторых навалочных грузов и колесной техники [1]. Является наиболее распространенным типом судна (около 60% мирового флота).

К универсальным сухогрузным судам относятся также суда типа Ro-Ro [1] с комбинированным способом грузообработки — вертикальным через грузовые люки и горизонтальным через аппарели в оконечностях и бортовые вы-

резы — лацпорты. Универсальные суда разделяются на морские, речные и смешанного плавания. Они имеют объемные грузовые трюмы, занимающие основную часть корпуса. Машинное отделение расположено в корме или сдвинуто в нос на 1...2 грузовых трюма. Грузоподъемность морского универсального судна в среднем 4...6 тыс. т, достигает 16...25 тыс. т, скорость соответствует 14...16 и 20...22 уз. В качестве грузовых средств применяют краны грузоподъемностью 8...10 т, на крупных судах — до 35 т или грузовые стрелы грузоподъемностью 3...10 т и 40...60 т (стрелы-тяжеловесы).

Общий вид универсального сухогрузного судна и его общее расположение представлены на рис. 1.1 и 1.2 соответственно [29].



Рис. 1.1. Универсальное сухогрузное судно «Capricorn»

(длина наибольшая — 118,50 м; длина между перпендикулярами — 111,75 м; ширина наибольшая — 15,20 м; высота борта до главной палубы — 8,45 м; проектная осадка — 6,3 м; дедвейт — 6600 т; скорость хода с проектной осадкой — 14 уз; мощность главного двигателя — 3840 кВт)



Рис. 1.2. Общее устройство универсального сухогрузного судна «Capricorn»:

1 — перо руля; 2 — гребной винт; 3 — главный двигатель; 4 — баллоны с углекислым газом; 5 — спасательная шлюпка гравитационного типа; 6 — шлюпка свободного падения; 7 — кран-балка для спуска шлюпок и плотов; 8 — выхлопные трубы; 9 — мачта с навигационными огнями; 10 — мачта с радаром; 11 — палуба с магнитным компасом и поисковыми огнями; 12 — жилая надстройка; 13 — люковое закрытие; 14 — топливно-масляная цистерна; 15 — навалочный груз; 16 — поперечная переборка; 17 — единственный груз (стальные катушки); 18 — негабаритный груз; 19 — палуба; 20 — генеральный груз (бумага в рулонах); 21 — ширстрек; 22 — вентиляция трюмов; 23 — стационарная переборка; 24 — подставка под контейнеры; 25 — грузовой трюм (грузовместимость 15 т/м²); 26 — контейнеры (5 рядов, 3 яруса); 27 — поперечная переборка; 28 — комингс люка; 29 — балластная цистерна; 30 — навалочный груз; 31 — переходный мостик; 32 — уложенные люковые крышки; 33 — верхние огни; 34 — волнолом; 35 — якорная лебедка; 36 — таранная переборка; 37 — диптанк; 38 — носовое подруливающее устройство; 39 — форпиковая цистерна в бульбе; 40 — левый борт; 41 — правый борт

1.2. Суда-контейнеровозы (Container ship)

Суда, построенные исключительно для перевозки контейнеров, называются *контейнеровозами*. Они делятся на две группы: фидерные и морские [1]. Дедвейт фидерных судов 1000...2000 т; они доставляют контейнерные грузы из малых портов в большие, где контейнеры перегружаются на морские суда.

Наибольшее распространение получили морские контейнерные суда. Они ходят на океанских линиях, таких как Европа – Северная Америка, Северная Америка – Дальний Восток, Европа – Дальний Восток.

Если контейнерные суда первого поколения (до 1968 г.) имели дедвейт 12...15 тыс. т и значительную по тем временам скорость почти в 20 уз, то дедвейт судов второго поколения (1969–1971 гг.) возрос до 25 тыс. т, а скорость — до 24 уз.

В дальнейшем, т. е. в 1971–1972 гг., появились контейнеровозы дедвейтом 25...50 тыс. т со скоростью 26...33 уз. Таких скоростей достигали в транспортном флоте только пассажирские

суда во времена своего расцвета.

Общий вид и общее устройство судна-контейнеровоза представлены на рис. 1.3 и 1.4 [29].

1.3. Автомобильные и пассажирские паромы (Car and Passenger Ferry)

Морской паром — транспортное средство, перевозящее грузы и пассажиров, осуществляющее сообщение по фиксированным маршрутам через морское водное пространство (пролив, залив, между портами одного моря) [11].

Суда паромной линии бывают: железнодорожные, автомобильные и пассажирские.

Железнодорожные морские паромы перевозят железнодорожные составы, а также автомобили и пассажиров, автомобильные — только автомобили и пассажиров, пассажирские — только пассажиров.

Паромы обычно связывают порты, расположенные на противоположных берегах пролива, залива или внутреннего моря по кратчайшему пути. Наиболее известные паромные линии: между континентами о. Великобритания через Ла-Манш; между Германией и Скандинавскими странами по Балтийскому морю; через про-



Рис. 1.3. Судно-контейнеровоз «Nedlloyd Europe»

(валовая вместимость — 48508 т; чистая вместимость — 19254 т; дедвейт — 50620 т; скорость хода — 23,5 уз; размерения судна — 266,3×32,24×23,25 м; осадка — 12,5 м)



Рис. 1.4. Общее устройство судна-контейнеровоза «Nedlloyd Europe»:

1 — перо руля; 2 — гребной винт; 3 — корма; 4 — контейнеры (40 футов); 5 — контейнеры (20 футов); 6 — пассажирский трап; 7 — бункерная дверь; 8 — направляющие для контейнеров; 9 — ряд контейнеров № 11; 10 — ряд контейнеров № 4; 11 — ярус контейнеров № 8; 12 — балластная цистерна; 13 — обслуживающая галерея; 14 — стационарная стойка; 15 — подвижная стойка; 16 — ярус контейнеров № 15; 17 — ярус контейнеров № 6; 18 — отсек № 86; 19 — трюмы для контейнеров с опасным грузом; 20 — крепления контейнеров; 21 — волнолом; 22 — бульб

лив Босфор в Стамбуле; между Индией и Шри-Ланкой; в странах, расположенных на архипелагах (между островами Дании, Греции, Японии, Индонезии, Филиппин и др.).

Общий вид парома и его общее устройство представлены на рис. 1.5 и 1.6 соответственно [29].

Паромы по своей функции сходны с мостами. Впрочем, некоторые морские паромы курсируют

вдоль берега, беря на себя, таким образом, функцию грузопассажирских лайнеров. Путешествие на таком пароме длится дольше, чем на наземном транспорте, однако для путешественников-автомобилистов большим преимуществом является возможность взять с собой легковой автомобиль. К тому же иногда такие паромы помогают избежать формальностей, связанных с транзитом через территорию третьих стран (например,



Рис. 1.5. Автомобильно-пассажирский паром «Pride of Hull»

(длина максимальная — 215,10 м; длина между перпендикулярами — 203,70 м; ширина максимальная — 31,50 м; высота борта до главной палубы — 9,40 м; проектная осадка — 6,05 м; валовая грузоподъемность — 59 925 т; чистая грузоподъемность — 26 868 т; дедвейт — 8800 т; пассажироместность — 1360 чел.; количество пассажирских кают — 549; максимальное количество автомобилей — 1360; экипаж — 141 чел.; рабочая скорость — 22 уз; максимальная скорость — 23,8 уз; количество гребных винтов — 2; диаметр гребного винта — 4,9 м; количество главных двигателей — 4; мощность одного главного двигателя — 9450 кВт; грузовое устройство — кормовая рампа 12,5х18 м; классификационное общество — Регистр Ллойда)

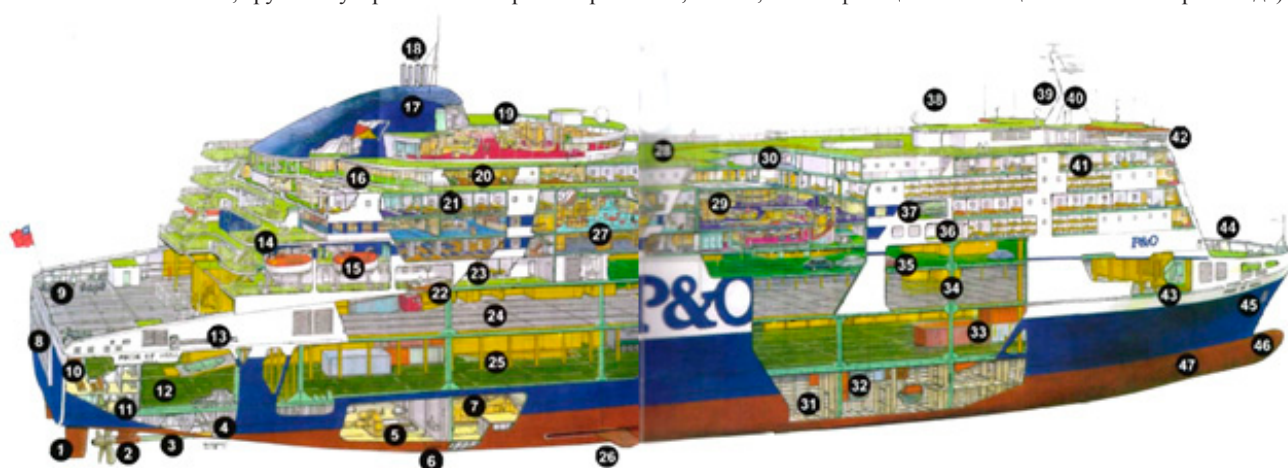


Рис. 1.6. Общее устройство автомобильно-пассажирского парома «Pride of Hull»:

1 — кормовой руль; 2 — винт регулируемого шага; 3 — гребной вал; 4 — балластная цистерна; 5 — кормовое машинное отделение с редуктором; 6 — отверстие для забора морской воды; 7 — смещенное в сторону носа машинное отделение с 1 из 4-х главных двигателей; 8 — кормовая рампа; 9 — якорное устройство; 10 — отсек с баллонами CO₂; 11 — диспетчерский пункт; 12 — главная палуба для трейлеров и укладки контейнеров; 13 — трап; 14 — открытые палубы; 15 — спасательные шлюпки гравитационного типа; 16 — палуба № 11; 17 — дымоход; 18 — выхлопные трубы; 19 — смотровая площадка; 20 — столовая для экипажа; 21 — пассажирские каюты; 22 — спасательный катер; 23 — пункт управления; 24 — верхняя трейлерная палуба; 25 — рампа к нижним трюмам; 26 — стабилизаторы качки (скуловые кили); 27 — магазины и рестораны; 28 — вертолетная палуба; 29 — развлекательные помещения; 30 — вентиляционный отсек; 31 — балластная цистерна; 32 — пустой отсек; 33 — накатной груз; 34 — соединительная рама; 35 — автомобильная палуба; 36 — морская эвакуационная система; 37 — кинотеатр; 38 — спутниковая антенна для сети Интернет; 39 — спутниковая антенна для связи; 40 — радарная мачта; 41 — каюты офицеров; 42 — рулевая рубка; 43 — автомобильная палуба с вентиляцией; 44 — носовая надстройка; 45 — якорь; 46 — бульбообразный нос; 47 — носовые подруливающие устройства

паром Калининград – Санкт-Петербург).

В некоторых странах, например в Нидерландах, эксплуатацию паромов осуществляет служба автомобильных дорог. Паромы через реки часто бесплатны (но перевозка автомобилей и крупных грузов платная). Например, бесплатный нью-йоркский паром Манхэттен – Статен-Айленд пользуется особой популярностью у туристов, желающих посмотреть с водной глади на Статую Свободы и на вид нью-йоркского центра.

Для перевозки автомобилей паром должен быть оборудован достаточно большой палубой и въездной аппарелью. Паромы для коротких дистанций имеют обычно две такие аппарели (таким образом, их не надо разворачивать) и могут с одинаковой скоростью давать ход в обе стороны (то есть, у них нет разницы между кормой и носом). У таких паромов ходовая рубка обычно расположена в виде мостика над автомобильной палубой, что придаёт им специфический, легко узнаваемый вид.

Более крупные паромы больше похожи на обычные суда, с чётко выраженными носом и кормой: если плавание занимает несколько часов, то время, затраченное на разворот, не имеет особого значения. К тому же такая форма лучше отвечает требованиям мореходности. Крупные паромы имеют несколько автомобильных палуб.

1.4. Танкеры, химовозы, продуктово­зы (Tanker, Chemical Tanker, Product Tanker)

Танкер – морское или речное грузовое судно (рис. 1.7), предназначенное для перевозки наливных грузов [1, 10]. Корпус танкера представляет собой жесткий металлический каркас, к которому прикреплена металлическая обшивка. Корпус делится перегородками на ряд отсеков (танков), которые заполняются наливными грузами. Объём одного танка может составлять от 600 до 10 000 м³



а



б

Рис. 1.7. Супер-танкер «Knock Nevis»:

а — вид на нос; б — вид сверху;

(длина наибольшая — 458,45 м; ширина на миделе — 68,86 м; осадка по летнюю грузовую марку — 24,61 м; максимальная скорость хода — 13 уз; экипаж — 40 чел.; тормозной путь — 10,2 км; диаметр циркуляции — 3,7 км; дедвейт — 564 763 т; мощность главных двигателей — 50 000 л.с.)

и более для крупнотоннажных танкеров.

Наиболее распространены танкеры для перевозки нефти и нефтепродуктов, но танкеры используют для перевозки и других жидких грузов, в том числе пищевых (рис. 1.8) продуктов



Рис. 1.8. Танкер-продуктовоз (проект RST27)

(длина наибольшая — 140,85 м; ширина на миделе — 16,70 м; высота борта — 6,0 м; осадка в морской воде — 4,20 м; осадка в пресной воде — 3,60 м; дедвейт в морской воде — 6970 т; дедвейт в пресной воде — 5370 т; скорость хода — 10 уз; количество главных двигателей — 2; мощность одного главного двигателя — 1200 кВт)

(например, вина или питьевой воды).

На развитие танкеров сильное влияние оказывает ужесточение требований к безопасности перевозки нефти и нефтепродуктов. Международная морская организация (IMO) с 1996 г. требует устройства на танкерах двойного корпуса, Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (MARPOL) [27] ограничивает объём одного танка 40 тыс. м³, введены требования об устройстве танков с изолированным балластом. Выполнение этих требований сокращает вероятность крупных загрязнений моря при авариях, но утяжеляет корпус, что делает строительство танкеров дедавейтом выше 450...500 тыс. т нецелесообразным. Одна из кон-

цепций безопасного и надёжного танкера начала XXI в. — танкер с двойным корпусом, двумя машинными отделениями, двумя двигателями, двумя винтами и рулями.

Общее устройство танкера представлено на рис. 1.9 [29].

1.5. Технические суда (Supply vessel)

Судно обеспечения или вспомогательное судно — входящее в состав военно-морского флота (военно-морских сил) военно-морское или рейдовое судно (рис. 1.10), назначением которого является обеспечение деятельности сил флота в военное и мирное время. Суда обеспечения могут быть специальной постройкой или переоборудованными из других кораблей или судов [26].

Как правило, суда обеспечения носят флаг вспомогательных судов или государственный флаг. Могут управляться либо командиром (офи-

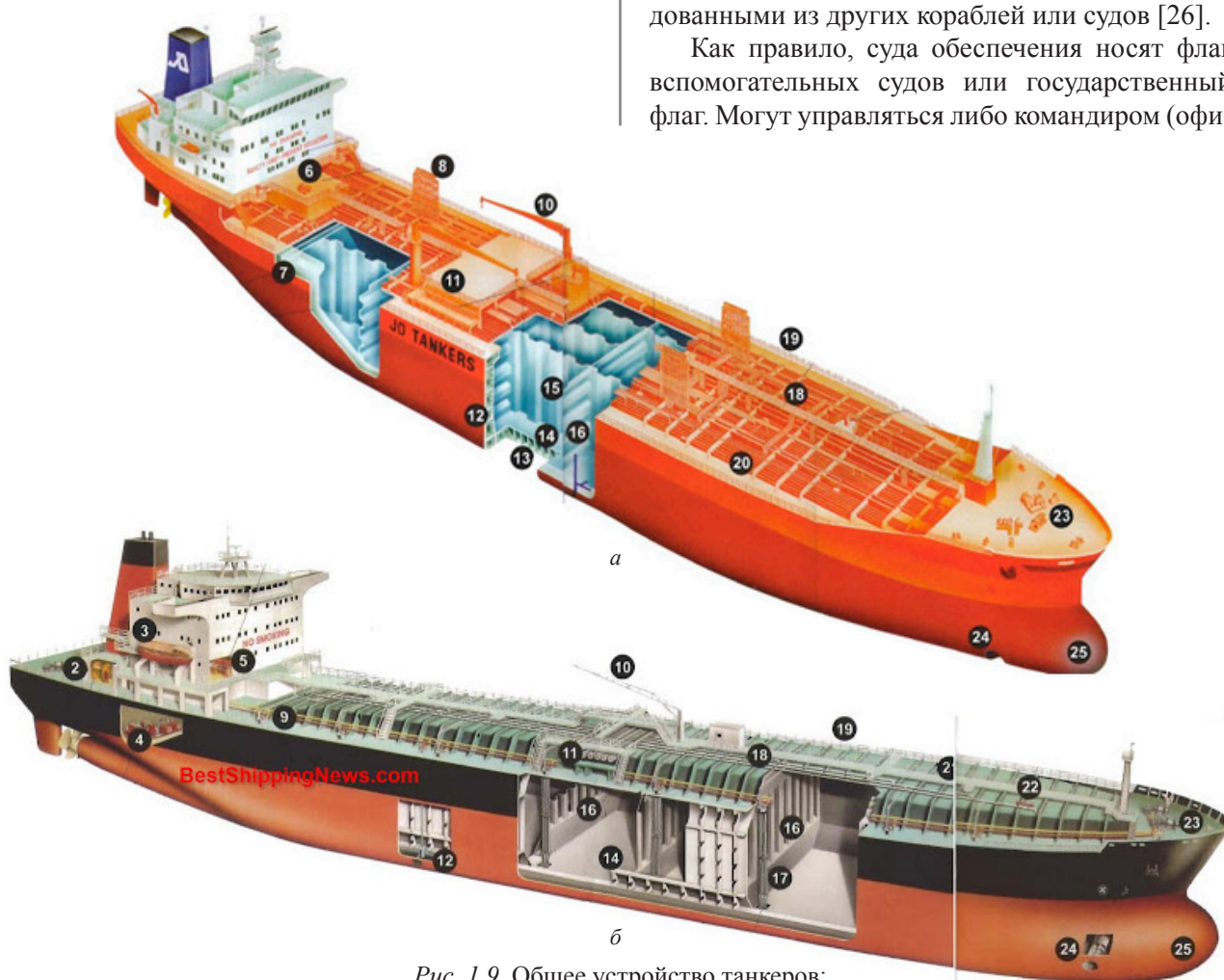


Рис. 1.9. Общее устройство танкеров:

а — химвоза; б — продуктовоза:

1 — балансирующий руль; 2 — вспомогательный механизм; 3 — гравитационная спасательная шлюпка; 4 — гидравлический двигатель; 5 — диспетчерский отсек грузовой системы; 6 — отсек систем подогрева и промывки танков; 7 — коффердам; 8 — вентиляционные трубы с нагнетательной арматурой; 9 — гидравлические линии для якорно-швартовного устройства; 10 — грузовая стрела; 11 — коллектор; 12 — крайний танк в двойном корпусе; 13 — цистерна второго дна; 14 — основной танк; 15 — продольная гофрированная переборка; 16 — поперечная гофрированная переборка; 17 — грузовой насос; 18 — переходный мостик; 19 — перила; 20 — палубные стрингеры; 21 — палубная поперечная переборка; 22 — устройство нагрева груза; 23 — палуба бака с якорно-швартовным устройством; 24 — носовое подруливающее устройство; 25 — бульбообразный нос



Рис. 1.10. Общий вид судна обеспечения проекта 23120

(длина наибольшая — 95 м; ширина наибольшая — 22 м; осадка наибольшая — 9 м; водоизмещение полное — 10 000 т; дальность плавания — 5 000 миль; автономность (по запасам провизии) — 60 сут.; экипаж — 27 чел.; дедвейт при осадке 9 м — 4 000 т)

цером), либо капитаном гражданского флота.

Морские суда обеспечения делятся на:

1. Суда обеспечения боевой подготовки, испытаний оружия и техники.
2. Суда медицинского обеспечения, радиационной безопасности и химической защиты.
3. Суда навигационного и гидрографического обеспечения.
4. Транспортные суда обеспечения.
5. Суда аварийно-спасательного обеспечения.
6. Суда технического обеспечения.
7. Суда обеспечения базирования кораблей и оборудования театров.

Основным назначением рейдовых судов обеспечения являются снабжение, ремонт, техниче-

ское обеспечение и обеспечение повседневной деятельности кораблей в основных пунктах базирования, в гаванях и на рейдах.

К рейдовым судам обеспечения относятся:

1. Рейдовые транспортные суда.
2. Рейдовые суда и средства технического обеспечения.
3. Рейдовые суда обеспечения базирования кораблей и оборудования театра.

Общее устройство судна обеспечения пред-



Рис. 1.11. Общее устройство судна обеспечения:

1 — кормовой роульс для укладки якоря; 2 — стопоры для укладки якорей; 3 — рулевая машина; 4 — гребной винт в насадке на правом борту; 5 — валопровод; 6 — поперечное подруливающее устройство; 7 — коффердам; 8 — танки для сухого навалочного груза; 9 — грязевые танки; 10 — ось гребного винта; 11 — редуктор; 12 — главный двигатель; 13 — пожарный насос; 14 — спасательные плоты; 15 — шлюпка с краном; 16 — катушка для хранения стальной проволоки; 17 — лебедка для укладки якорей; 18 — ходовой мостик; 19 — противопожарное оборудование; 20 — радары; 21 — спутниковая антенна; 22 — водонепроницаемая переборка; 23 — подпалубная якорная лебедка; 24 — азимутный движитель; 25 — носовое подруливающее устройство

ставлено на рис. 1.11 [29].

1.6. Промысловые суда (Fishing ship)

Рыболовное судно (промысловое судно) —

судно, используемое для промысла рыбы, китов, тюленей, моржей или иных живых ресурсов моря (рис. 1.12). В настоящее время рыболовные суда составляют почти треть мирового гражданского флота [21].



а



б

Рис. 1.12. Рыбопромысловое судно Z 575:

а — общий вид; б — в процессе эксплуатации

(длина — 23,99 м; ширина — 6,20 м; осадка — 2,70 м; валовая грузоподъемность — 207 рег.т; средняя скорость хода — 5,3 уз; мощность главного двигателя — 300 л.с.)

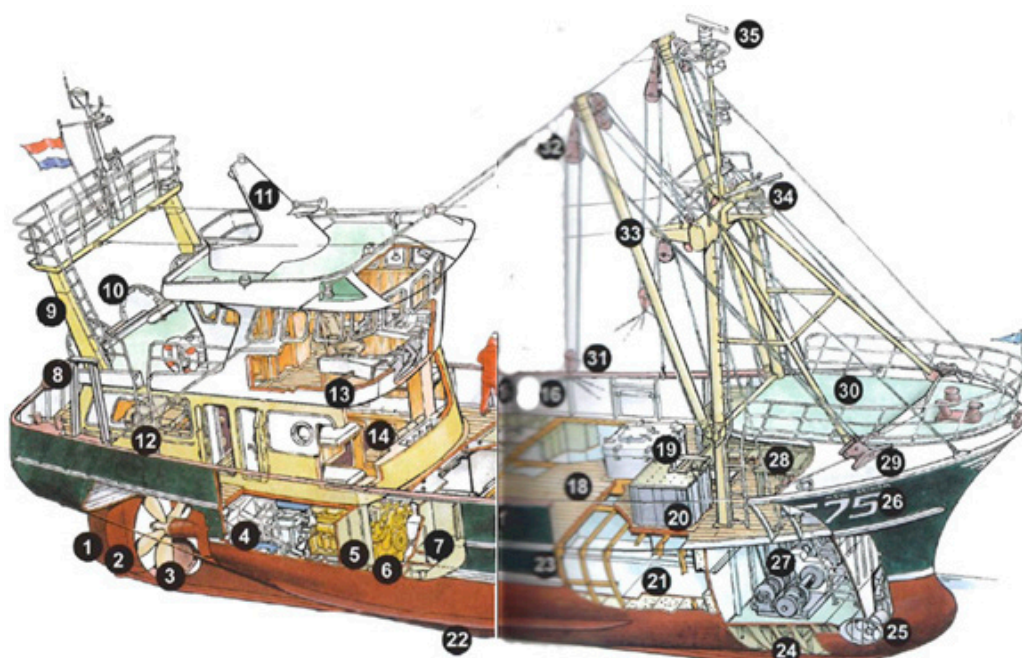


Рис. 1.13. Общее устройство рыбопромыслового судна Z 575:

1 — руль; 2 — реактивное сопло; 3 — гребной винт; 4 — машинное отделение; 5 — переборка машинного отделения; 6 — главный двигатель; 7 — топливные цистерны; 8 — кронштейн правого борта; 9 — кормовая мачта; 10 — вращающийся барабан для сетей; 11 — дымовая труба; 12 — кают-компания; 13 — мостик с навигационным оборудованием и контрольными панелями; 14 — каюта на 4 человека; 15 — перила; 16 — насадка; 17 — шпигат; 18 — деревянная рабочая палуба; 19 — люк в рыбном трюме; 20 — желоб; 21 — рыбный трюм; 22 — днищевой киль; 23 — привальный брус; 24 — двойное дно; 25 — носовое подруливающее устройство; 26 — наименование судна и регистрационный номер; 27 — лебедка; 28 — ленточный транспортер и стол для чистки рыбы; 29 — направляющие роульсы; 30 — палуба бака; 31 — шкивы для лески; 32 — рыболовная леска; 33 — рыболовная стрела; 34 — мачта; 35 — радар на мачте

Общее устройство промыслового судна представлено на рис. 1.13 [29].

Контрольные вопросы

1. Для перевозки какого рода грузов предназначен твиндек на многоцелевых судах?
2. Как влияет наличие гофров в судовых переборках на прочностные качества последних?
3. В чем состоят конструктивные отличия контейнеровозов от других сухогрузных судов?
4. Каковы размеры и форма грузовых помещений на наливных судах?
5. В чем заключается основное предназначение двойного дна?
6. Каким образом влияет отсутствие поперечных переборок на морских паромов на непотопляемость судна?
7. В чем состоят основные конструктивные особенности промысловых судов?

ФОРМА СУДНА

2.1. Главные размерения

Согласно требованиям Международной морской организации (ИМО), обмер судов осуществляется с использованием следующих морских терминов [15, 17].

Носовой перпендикуляр (Fore Perpendicular) — теоретическая линия, пересекающая поверхность воды (ватерлинию) и фронтальную часть носовой оконечности.

Кормовой перпендикуляр (Aft Perpendicular) — воображаемая линия, вокруг которой вращается перо руля.

Глубоководная линия (Deep waterline) — ватерлиния максимальной осадки судна в грузу при плавании в морской воде.

Ватерлиния (Waterline) — грузовая линия на летней грузовой марке, которая рассчитывается при проектировании корпуса судна.

Конструктивная ватерлиния (Construction waterline — CWL) — ватерлиния, используемая для определения размерений различных элементов, из которых состоит корпус судна.

Палубная линия (Deck line) — линия, нанесенная на внешней стороне корпуса судна, соответствующая высоте палубы, до которой доходят водонепроницаемые переборки.

Базовая линия (Baseline) — вершина кила.

Грузовая марка (Plimsoll mark) — представляет собой круг диаметром 1 фут, через центр которого проходит горизонтальная линия (рис. 2.1), соответствующая минимальной высоте надводного борта летом при плавании в морской воде. Рядом с кругом находится ряд горизонтальных линий в виде гребенки, регламентирующих минимальный надводный борт судна в различных условиях эксплуатации (рис. 2.2).

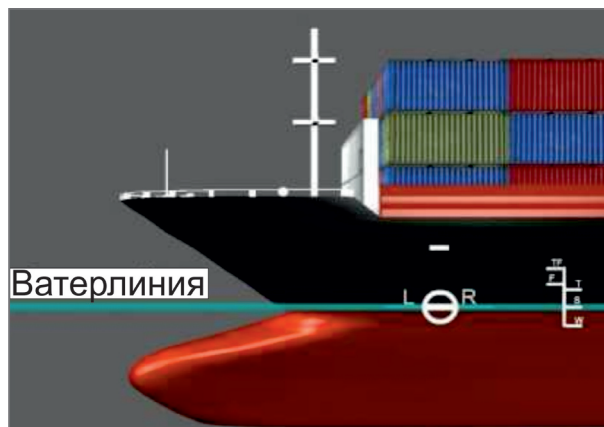


Рис. 2.1. Грузовая марка, нанесенная на борт судна

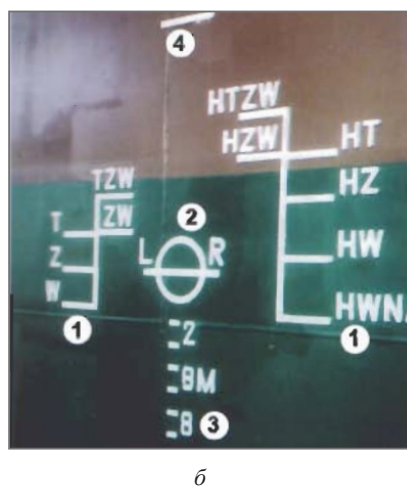
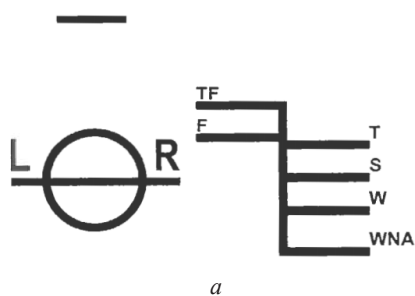


Рис. 2.2. Грузовая марка:

a — общий вид; б — нанесенная на борт судна:

1 — гребенка со шкалой осадок; 2 — грузовая линия; 3 — линии осадки; 4 — палубная линия; S — лето морская вода; W — зима морская вода; T — тропики морская вода; WNA — зима в Северной Атлантике; TF — тропическая пресная вода; F — пресная вода

К главным размерениям судна относят [7]:

Длина между перпендикулярами (Length between perpendiculars) — расстояние между носовым и кормовым перпендикулярами.

Длина наибольшая (Length overall) — горизонтальное расстояние от носа до кормы.

Длина по ватерлинии (Length on the waterline) — горизонтальное расстояние между крайними частями носа и кормы (на уровне пересечения с поверхностью воды), когда судно плавает по летнюю грузовую марку.

Ширина (Breadth) — наибольшая ширина судна, измеряемая от борта до борта по внутренней поверхности корпуса.

Ширина наибольшая (Breadth overall) — максимальная ширина судна, измеряемая от внешнего корпуса на правом борту до внешнего корпуса на левом борту.

Осадка носом (Draught at the stem) — вертикальное расстояние между ватерлинией и нижней частью киля, измеренное на носовом перпендикуляре.

Осадка кормой (Draught at the stern) — вертикальное расстояние между ватерлинией и нижней частью киля, измеренное на кормовом перпендикуляре.

Высота борта (Depth) — вертикальное расстояние между базовой линией и верхней палубой, измеренное посередине длины между перпендикулярами со стороны судна.

Надводный борт (Freeboard) — расстояние между ватерлинией и верхней палубой (до палубной линии).

Воздушная осадка (Air draught) — вертикальное расстояние между ватерлинией и самой верхней точкой судна. Воздушная осадка измеряется от летней грузовой марки.

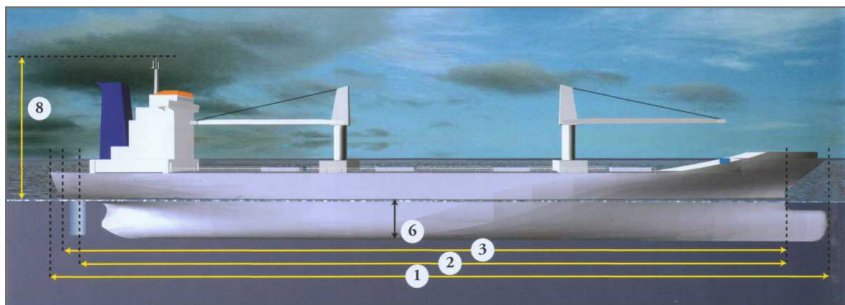
Продольный изгиб палубы (Sheer) — подъем палубы судна от миделя по направлению к носу и корме.

Поперечный изгиб палубы (Camber) — подъем палубы судна в районе диаметральной плоскости по направлению к левому и правому бортам.

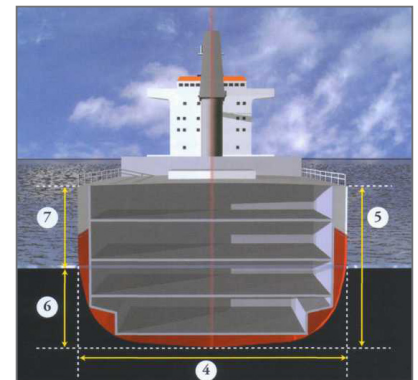
Подъем дна (Rise of bottom) — подъем нижней части днища от киля по направлению к скуловому поясу.

Главные размерения судна нанесены на рис. 2.3 [29].

В зависимости от загрузки и расположения центра тяжести судно может ходить с низкой осадкой (рис. 2.4) либо с максимально допустимой.



а

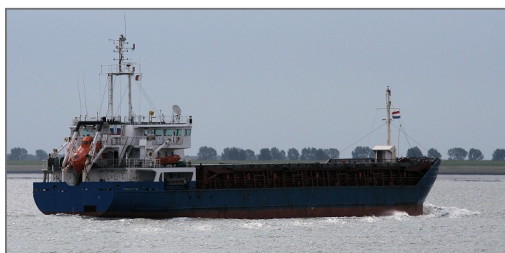


б

Рис. 2.3. Главные размерения судна:

а — вид судна сбоку; б — поперечный разрез судна:

1 — длина наибольшая; 2 — длина между перпендикулярами; 3 — длина по ватерлинию;
4 — ширина наибольшая; 5 — высота борта; 6 — осадка; 7 — высота надводного борта; 8 — воздушная осадка



а



б

Рис. 2.4. Пример судна типа река-море с малой осадкой:

а — проект tbn454; б — проект tbn427

Соотношение главных размерений

Соотношения некоторых главных размерений служат для получения оперативной информации про такие мореходные качества судна, как плавучесть, остойчивость и маневренность [8]. Среди них выделяют следующие:

L/B — отношение длины судна к его ширине — определяет скоростные и маневренные качества судов (чем больше значение данной величины, тем выше скорость хода судна и тем ниже его маневренность)

Значение данного соотношения для разных типов судов [7, 8]:

- пассажирские суда — 6...8;
- грузовые суда — 5...7;
- буксиры — 3...5.

L/D — отношение длины судна к высоте борта — определяет высоту надводного борта и продольную посадку судна. Как правило, лежит в пределах 10...15.

B/T — отношение ширины судна к его осадке — находится в пределах 2,3...4,5. Наибольшее значение данного соотношения позволяет получить наибольшую начальную остойчивость.

B/D — отношение ширины судна к высоте борта — лежит в пределах 1,3...2,0. Увеличение величины данного соотношения может иметь нежелательный эффект на остойчивость (палуба будет заглубляться при наклонениях судна) и на посадку судна.

Объемы и массы

Объемные и массовые характеристики служат для определения максимального количества груза, которое судно может на себе нести по роду службы. К таким характеристикам относят [23, 29]:

Грузоподъемность — количество груза, которое судно может принять на борт. Различают (рис. 2.5) *полную грузоподъемность* (Gross Tonnage, дедвейт) и *чистую грузоподъемность* (Nett Tonnage). Полная грузоподъемность — наибольшее количество груза, которое может принять судно, груженое по установленную грузовую марку; складывается из массы перевозимого груза, топлива, запасов пресной воды и нормируемого снабжения судна. Чистая грузоподъемность — наибольшее количество груза, которое может принять судно к перевозке. Измеряются данные величины в *регистрах тоннах* (Register ton) — единица измерения объема грузового пространства судна, одна регистровая тонна составляет 2,83 м³.

Водоизмещение — количество воды, вытесненной подводной частью плавающего судна. Масса этого количества воды равна массе всего судна, независимо от его размера, материала и формы.

Объемное водоизмещение (Displacement, V , м³) — объем погруженной части судна, включая корпусные конструкции, гребной винт и перо руля.

Массовое водоизмещение (Displacement, Δ , т) — масса объема воды, вытесненной судном: $\Delta = V \cdot \rho$, где ρ — плотность воды (density of water), т/м³.

Водоизмещение порожнем (Light displacement, LD , т) — масса корпуса, включая постоянное снабжение (якоря, спасательное оборудование, масло и т.п.).

Дедвейт (Deadweight, DW) — максимально возможная масса, которую судно может принять на борт: $DW = \Delta - LD$.

Грузовместимость (Cargo capacity, т) — общий объем судовых помещений, предназначенных для размещения груза.

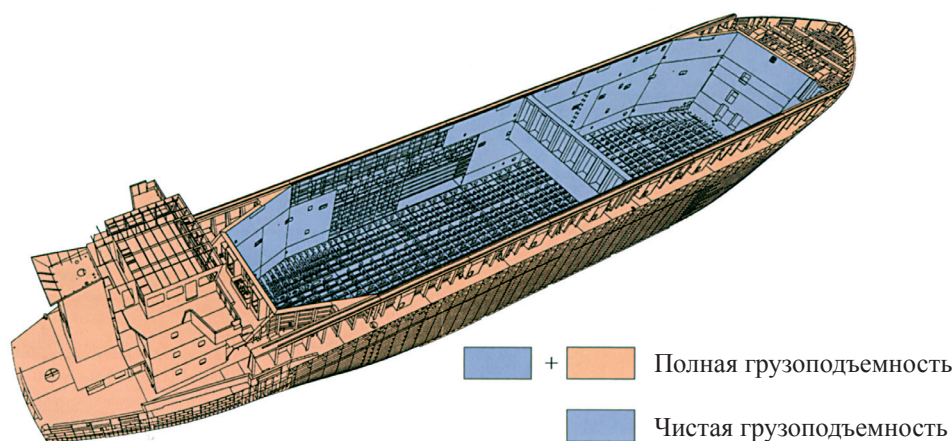


Рис. 2.5. Грузоподъемность судна

2.2. Коэффициенты полноты

Коэффициенты полноты несут в себе информацию о характеристиках формы судна ниже ватерлинии, что позволяет получить представление о форме подводной части судна без использования каких-либо дополнительных данных. Однако коэффициенты не включают в себя никакой информации о размерениях судна, являясь безразмерными величинами. К таким величинам относят [7, 29]:

Коэффициент полноты ватерлинии (Waterplane coefficient) — отношение площади ватерлинии к прямоугольной поверхности, образованной длиной между перпендикулярами и шириной судна на миделе. Наибольшее значение коэффициента благоприятно для остойчивости.

Коэффициент полноты мидель-шпангоута (Midship section coefficient) — отношение площади мидель-шпангоута к площади прямоугольника со сторонами: ширина на миделе и осадка судна.

Коэффициент общей полноты (Block coefficient) — отношение объема подводной части корпуса судна к объему параллелепипеда, образованного сторонами: длина между перпендикулярами, ширина на миделе, осадка (рис. 2.6). Как правило, быстроходные суда имеют небольшое значение данного коэффициента.

Значения коэффициента для некоторых типов судов [7]:

- танкеры — 0,80...0,90;
- грузовые суда — 0,70...0,80;
- контейнеровозы — 0,60...0,75;
- рефрижераторы — 0,55...0,70;
- фрегаты — 0,50...0,55.

Коэффициенты полноты дают представление о форме корпуса судна и соответственно о его скоростных качествах. Примеры судов с различными значениями данных коэффициентов представлены на рис. 2.7, 2.8.

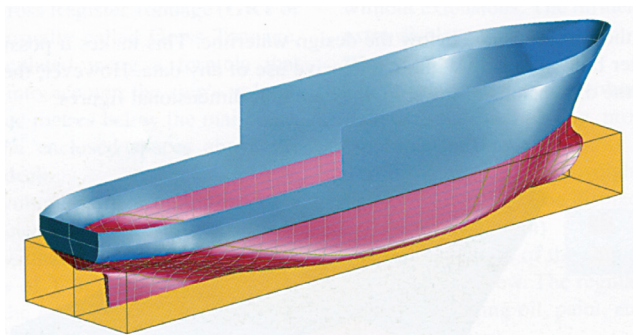


Рис. 2.6. К определению общего коэффициента полноты



Рис. 2.7. Судно с малым значением коэффициента общей полноты и большим значением коэффициента полноты мидель-шпангоута



Рис. 2.8. Судно с большим значением коэффициента полноты мидель-шпангоута и большим значением коэффициента общей полноты

2.3. Теоретический чертеж (Lines Plan)

Главные размерения судна, водоизмещение и коэффициенты формы дают исчерпывающую проектную информацию. Однако не дают достаточного представления о точной геометрической форме корпуса судна. Такие данные могут быть получены путем построения теоретического чертежа [7, 29].

Форма судна может изменяться по высоте, длине и ширине корпуса. Для того чтобы представить эту сложную форму на бумаге, корпус судна секут тремя взаимно перпендикулярными плоскостями, а полученные наборы сечений отображают на трех видах. К таким сечениям относят:

1. Ватерлинии (waterline) — горизонтальные сечения корпуса, параллельно основной плоскости (рис. 2.9). Одно из них является кон-

структивной ватерлинией, которая используется в процессе проектирования судна. Полученные сечения отображают на одном из видов, называемым *Широта*.

2. Шпангоуты (*ordinates*) — вертикальные сечения корпуса по длине судна, параллельно плоскости мидель-шпангоута (рис. 2.10). Как правило, судно делят на 20 шпангоутов. Проекция всех шпангоутов на один вид называют *Корпус*.

3. Баттоксы (*buttockline*) — вертикальные сечения корпуса по ширине судна, параллельно диаметральной плоскости (рис. 2.11). Полученные сечения отображают на виде, называемом *Бок*.

Сегодня теоретический чертеж создают с использованием специализированных компьютерных систем, имеющих возможность автоматического преобразования формы судна после внесения необходимых изменений в его проект. После построения теоретического чертежа система рассчитывает параметры плавучести и остойчивости судна.

Для каждого типа судна в соответствии с его главными размерениями и коэффициентами полноты строится теоретический чертеж (рис. 2.12–2.15) [29], параметры которого становятся исходными данными для дальнейших этапов проектирования.



Рис. 2.9. Горизонтальные сечения корпуса судна (ватерлинии)



Рис. 2.10. Поперечные сечения корпуса судна (шпангоуты)

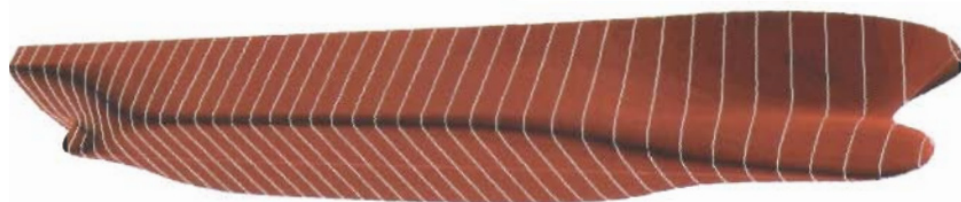


Рис. 2.11. Продольные сечения корпуса судна (баттоксы)

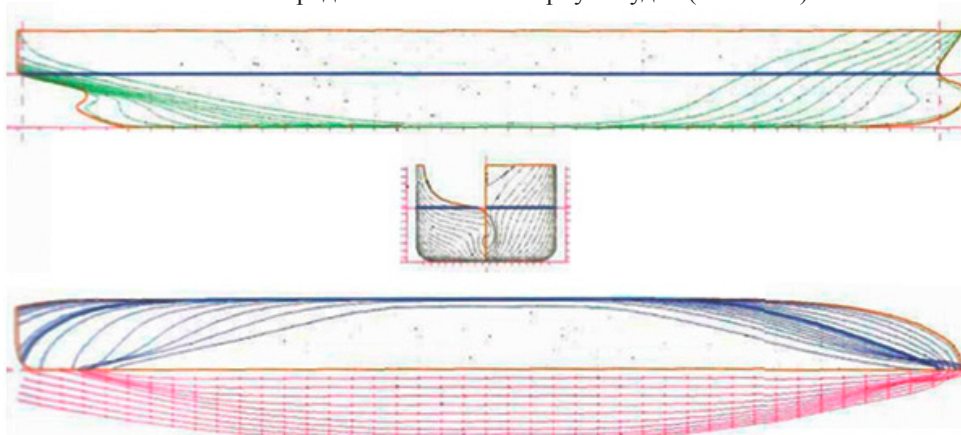


Рис. 2.12. Теоретический чертеж судна контейнеровоза

(максимальная длина — 219,34 м; длина между перпендикулярами — 212 м; ширина на миделе — 32,24 м; осадка — 12,24 м; водоизмещение — 59279 т; коэффициент общей полноты — 0,691; коэффициент полноты мидель-шпангоута — 0,978)

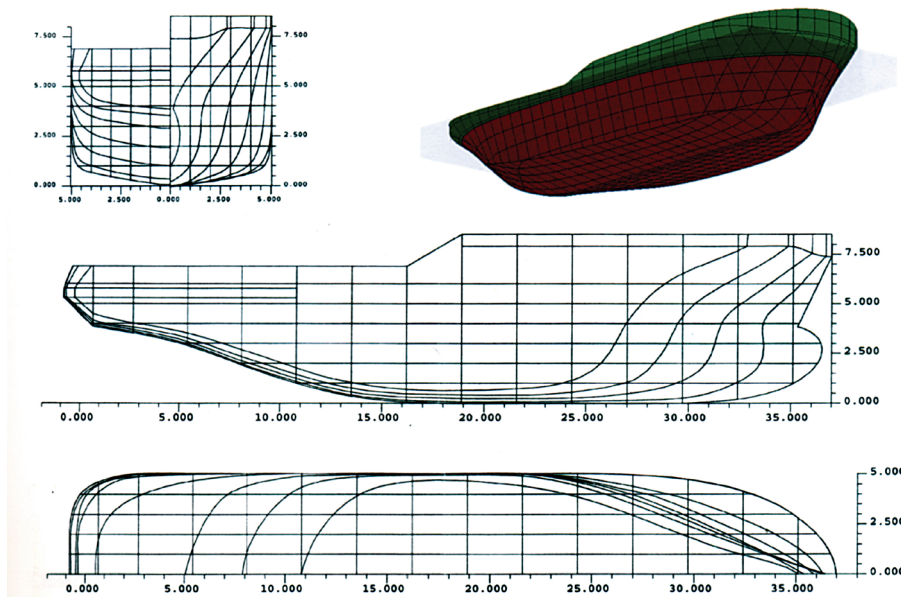


Рис. 2.13. Теоретический чертёж буксира

(длина между перпендикулярами — 35 м; коэффициент общей полноты — 0,565; водоизмещение — 896 м³; ширина на миделе — 10,08 м; коэффициент полноты мидель-шпангоута — 0,908; осадка на миделе — 4,5 м)

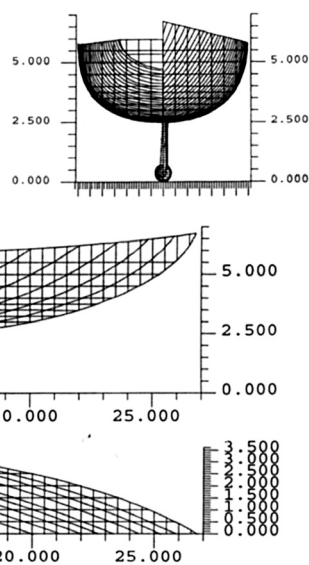


Рис. 2.14. Теоретический чертёж яхты

(длина между перпендикулярами — 23,5 м; коэффициент общей полноты — 0,515; водоизмещение — 92 м³; ширина на миделе — 6,25 м; коэффициент полноты мидель-шпангоута — 0,305; осадка на миделе — 4 м)

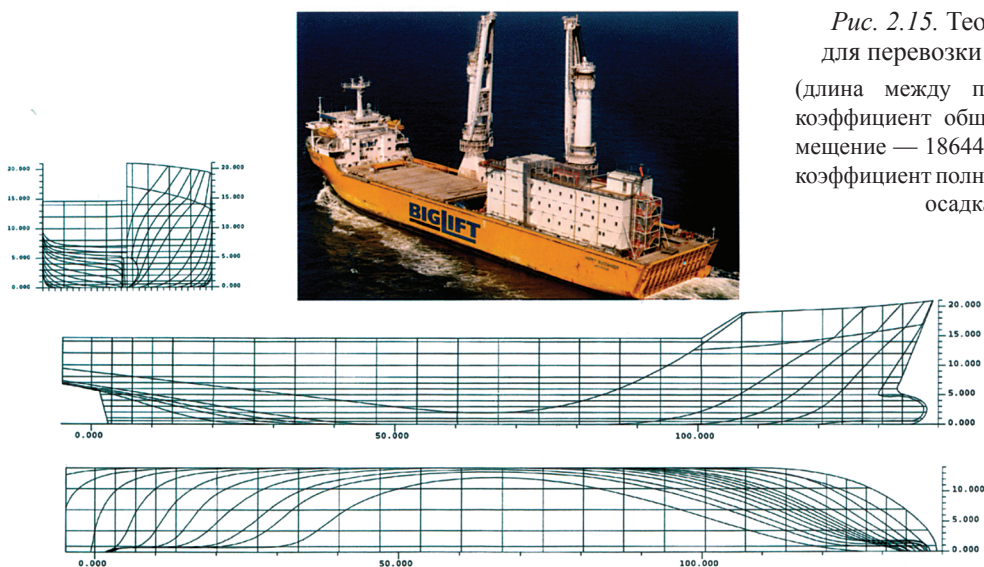


Рис. 2.15. Теоретический чертёж судна для перевозки крупногабаритных грузов

(длина между перпендикулярами — 134 м; коэффициент общей полноты — 0,710; водоизмещение — 18644 м³; ширина на миделе — 28 м; коэффициент полноты мидель-шпангоута — 0,992; осадка на миделе — 7 м)

2.4. Проектные чертежи

Среди множества чертежей на проект судна можно выделить следующие: чертеж общего расположения, чертеж мидель-шпангоута, план докования, план расположения спасательного оборудования, грузовой план, раскрой наружной обшивки и рабочие чертежи. При этом

чертеж общего расположения, чертеж мидель-шпангоута и рабочие чертежи должны быть согласованы с представителями соответствующего классификационного общества [19].

Чертеж общего расположения (General arrangement plan) — показывает деление корпуса судна на отсеки (рис. 2.16–2.18).

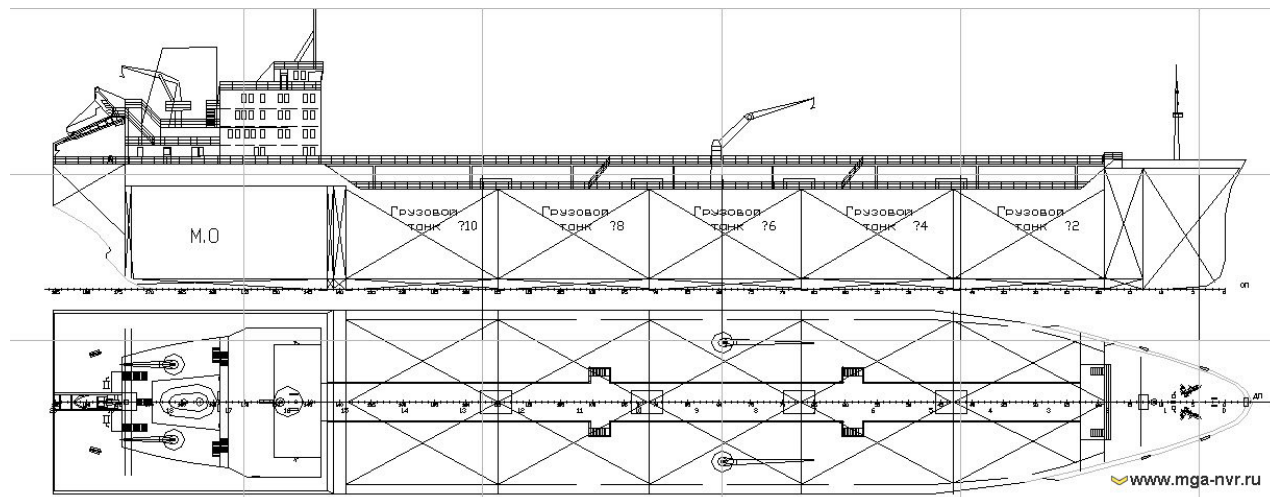


Рис. 2.16. Чертеж общего расположения судна танкера

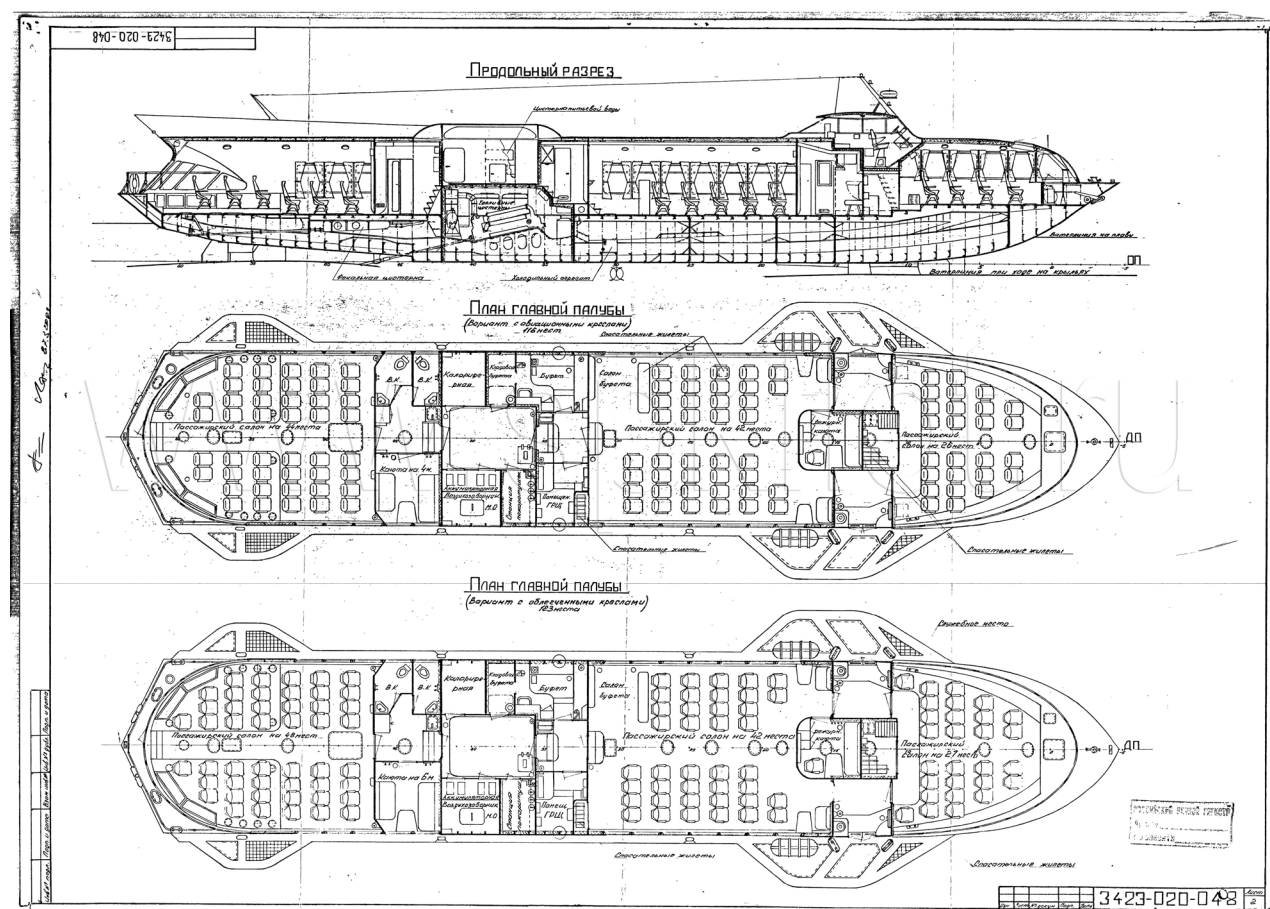


Рис. 2.17. Чертеж общего расположения судна на подводных крыльях

На данном чертеже должны быть представлены следующие виды:

- боковой вид судна;
- виды на наиболее важные палубы;
- основные сечения судна, а также виды на нос и корму судна.

На представленных видах корпуса должно быть нанесено:

- деление корпуса на отсеки (например, цистерны, машинное отделение, трюмы и др.);
- расположение поперечных и продольных переборок;
- расположение и устройство надстроек;
- расположение основного оборудования (например, лебедки, грузовые устройства, спасательные лодки, подруливающие устройства и т. п.).

На чертеже должны быть нанесены следующие данные о проектируемом судне: главные

размерения, объемы трюмов, грузоподъемность, дедвейт, мощность двигателя, скорость хода, класс судна.

Чертеж мидель-шпангоута (Midship section) представляет собой поперечное сечение корпуса судна по мидель-шпангоуту с нанесением следующих данных (рис. 2.19–2.20): главные размерения, мощность двигателя, скорость хода, данные о классификации, позиции оборудования, максимальный продольный изгибающий момент.

Рабочие чертежи (Construction plan) — это чертежи носовой и кормовой секций, средней части судна и переборок, на которые наносятся места их расположения на судне и размеры отдельных элементов, включая толщину пластин (рис. 2.21).

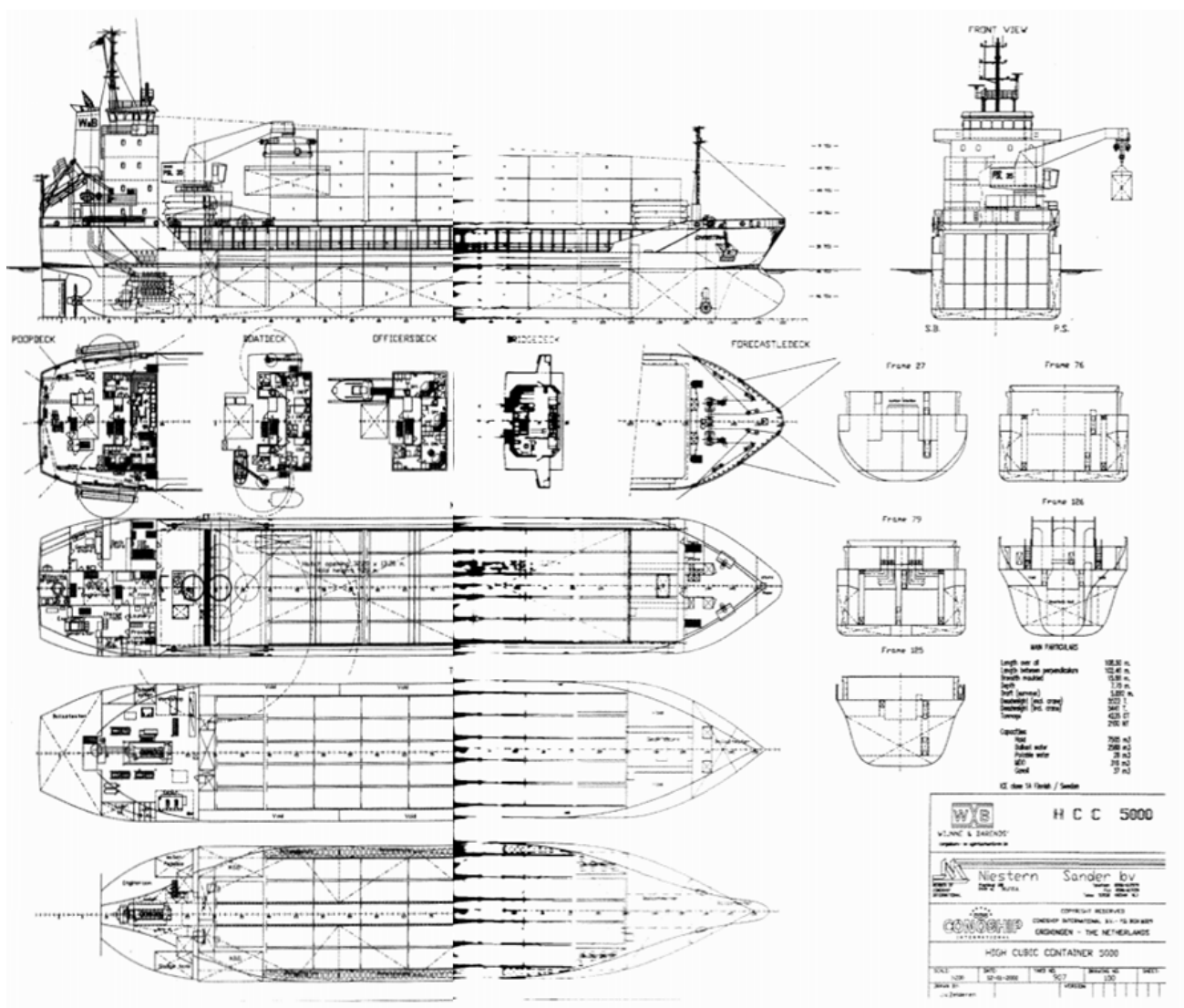


Рис. 2.18. Чертеж общего расположения многоцелевого судна для перевозки бумаги, лесоматериалов и контейнеров

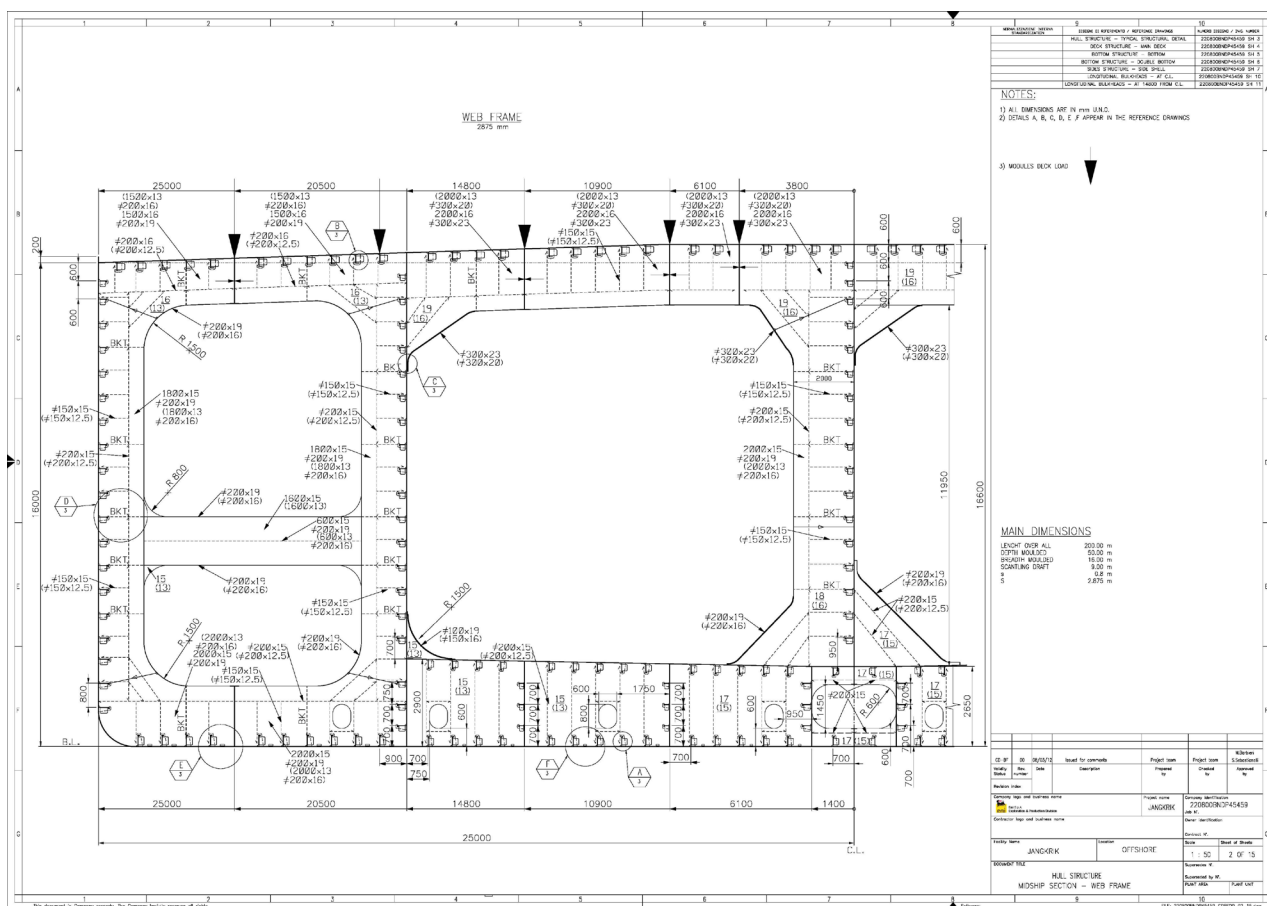


Рис 2.19. Чертеж мидель-шпангоута плавучей производственной системы

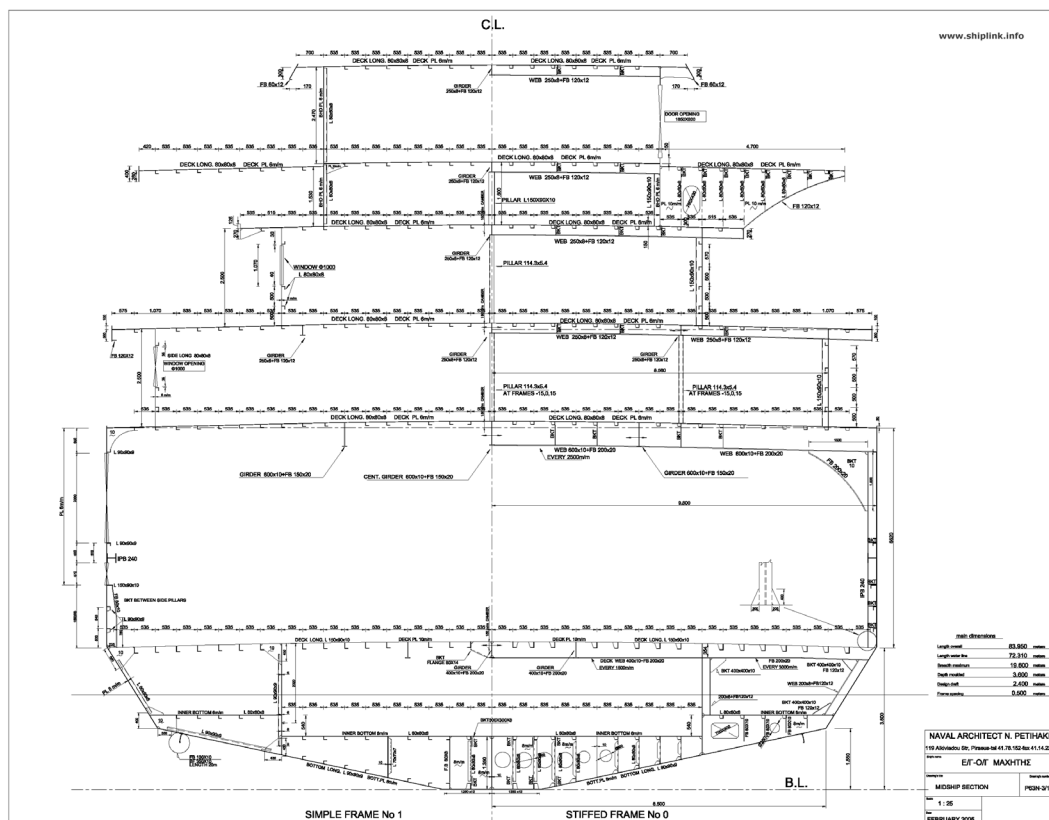


Рис 2.20. Чертеж мидель-шпангоута морского парома

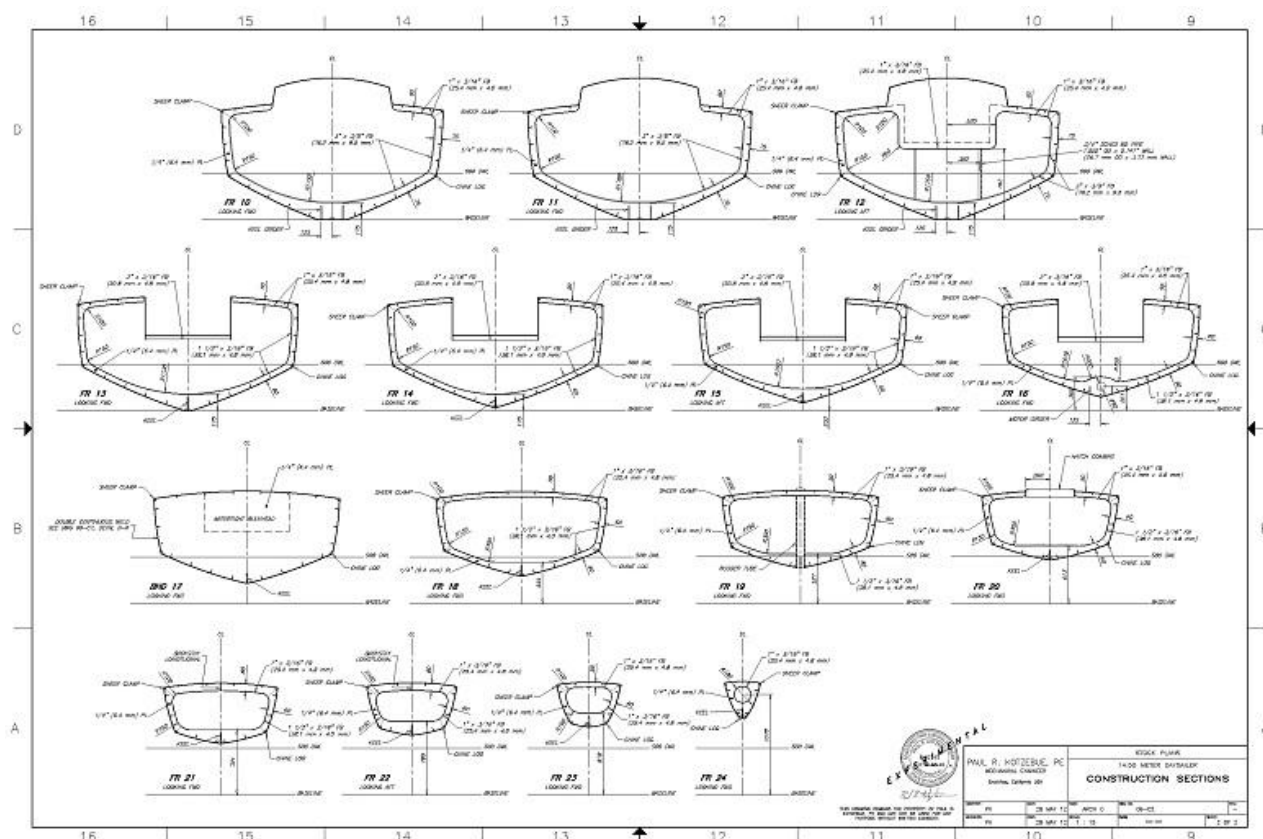


Рис. 2.21. Рабочий чертеж

План расположения спасательного оборудования (Safety plan) — представляет собой чертеж общего расположения судна (рис. 2.22), на который нанесены все спасательные устройства (спасательные лодки, плоты, огнетушители и т.д.).

Раскрой наружной обшивки (Shell expansion) — чертеж (рис. 2.23), дающий представление о соединении различных листов наружной обшивки корпуса судна и их частей (например, судовых закрытий).

План докования (Docking plan) — упрощенный общий план судна, на котором изображено расположение киль-блоков при его доковании (рис. 2.24).

Грузовой план (Capacity plan) — также представляет собой упрощенный общий вид судна с нанесением объемов и координат центров тяжести всех танков и трюмов (рис. 2.25). Используется для удифферентования судна.

2.5. Международные правила и нормы

Вся описанная выше чертежная документация должна соответствовать международным правилам и нормам, изданным соответствующими морскими организациями, представленными ниже:

Международная морская организация — ИМО (International Maritime Organization)

Начиная с 1958 г. основной целью данной организации является повышение уровня безопасности на море [13, 15, 16, 27].

Следует отметить, что мореплавание всегда было одним из самых опасных видов деятельности. На сегодняшний день так ничего и не изменилось. При этом многие страны устанавливают односторонние нормы безопасности. Однако поскольку морская торговля имеет международную природу, то правила и нормы должны разрабатываться совместно с другими странами, что в целом делает их гораздо эффективнее. Совершенствование норм в данной области в 1948 г. было возложено на ИМО. Первой проблемой, имевшей первостепенное значение, вставшей перед организацией, стала безопасность судов и навигация, а затем и загрязнение морской среды вследствие аварий на нефтяных танкерах. При этом вопросами безопасности занимается Комитет по морской безопасности (MSC — Maritime Safety Committee), а проблемами загрязнения — Комитет по защите морской среды (MEPC — Maritime Environmental Protection Committee).

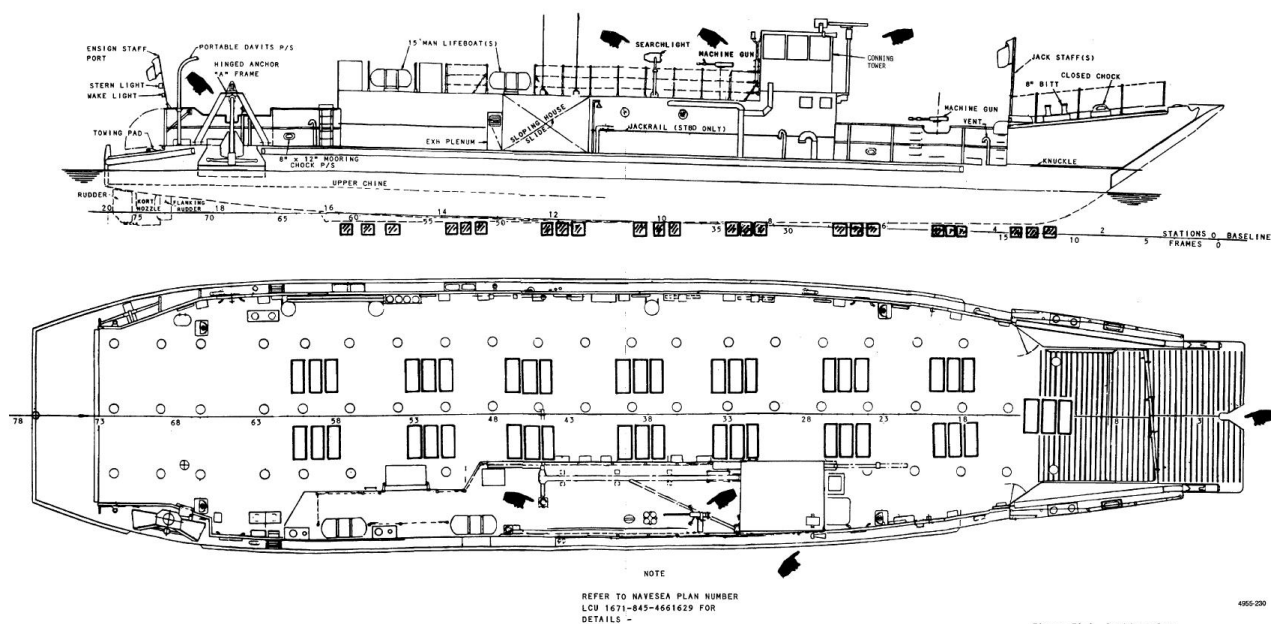


Рис. 2.24. План докования судна

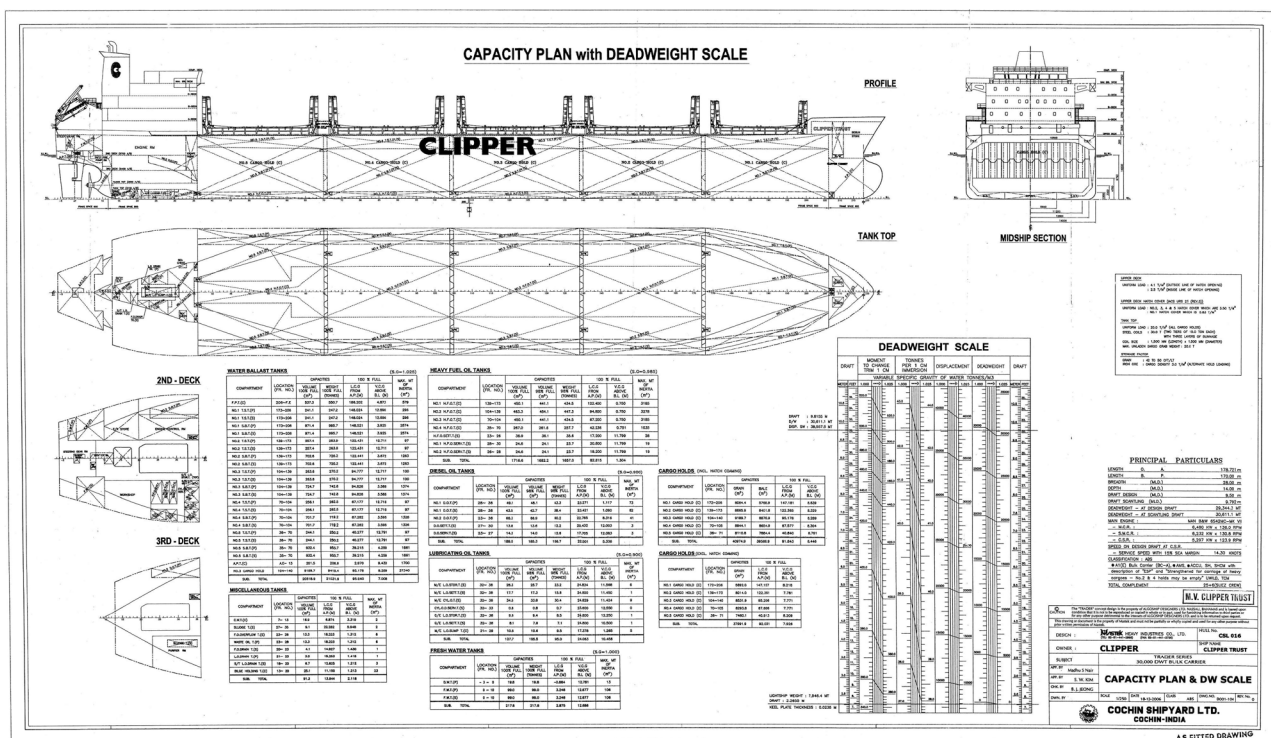


Рис. 2.25. Грузовой план судна

Результатом работы данных комитетов стало появление двух международных конвенций: SOLAS и MARPOL. Первая конвенция связана с охраной человеческой жизни на море, а вторая — с защитой морской среды.

Конвенция SOLAS берет свое начало с 1914 г., но из-за начавшейся Первой мировой войны она так и не вступила в силу. С тех пор было принято множество конвенций по безопас-

ности, последняя из них SOLAS-1974 с поправками, действующая и поныне [16].

Конвенция MARPOL берет начало только с 1954 г., как результат участвовавших нефтяных загрязнений морской среды. На данный момент действует MARPOL 73/78 с различными поправками [27].

Результатом этого стала необходимость наличия у всех судов общепринятых сертификатов.

Для SOLAS используются следующие сертификаты:

1. Сертификат о грузовой марке.
2. Сертификат безопасности оборудования грузового судна.
3. Сертификат безопасности радиосвязи грузового судна.
4. Сертификат безопасности грузового судна, включающий 1, 2 и 3.

В SOLAS конструкция судна нормируется с точки зрения прочности, максимального размера затопляемых отсеков и остойчивости.

Сертификат о грузовой марке [15] является свидетельством выполнения требований, предъявляемых к величине наводного борта. Данный Сертификат был принят членом парламента Объединенного Королевства Плимсом и начал выдаваться классификационным обществом [19] после того, как наличие грузовой марки на судах стало обязательным требованием.

В связи с особенностями транспортировки твердого навалочного груза для судов балкеров был разработан специальный сертификат [29]. Такого рода груз может иметь категории А, В и С в зависимости от его опасности. Для каждой категории груза разработаны специальные требования.

Сертификаты MARPOL

Приложение I данной Конвенции называется Международный сертификат по предотвращению загрязнения нефтью, разработанный для нефтяных танкеров и других грузовых судов общей грузоподъемностью от 400 т и выше. Разработка данного приложения связана с тем, что изначально танкеры, как правило, просто откачивали воду для промывки танков непосредственно за борт, что приводило к серьезным загрязнениям моря и пляжей. Сейчас такого рода отток ограничен максимум тридцатью литрами на одну морскую милю и разрешен только в том случае, если судно находится за пределами запретных вод.

Приложение II посвящено вредным жидкостям и химикатам. Соответствующие нормы можно найти в специальном законе, связанным с конструкцией и оборудованием судов, перевозящих опасные химикаты наливом. В данном законе приводится классификация судов и перевозимых ими грузов в соответствии с их угрозой морским организмам, людям и т.п. Суда делятся на три категории в зависимости от их способности справляться с угрозами от различного рода грузов.

Классификационные общества (Classification Society)

Все суда строятся в соответствии с правилами и нормами классификационного общества [19, 20]. Данное общество утверждает соответствующую конструкторскую документацию. Классификация регулирует прочность и качество используемых материалов, а также качество постройки судна, при этом говорят, что судно строится «под классом». После завершения процесса проектирования классификационное общество выдает на судно Сертификат класса на корпус и механизмы. В то же время торговый сертификат выдается сроком на пять лет, при этом он должен подтверждаться каждый год при прохождении ежегодного освидетельствования. Для проведения различного рода освидетельствований каждое классификационное общество поддерживает всеобщую сеть сюрвейеров, сосредоточенных в их главном офисе.

Главные классификационные общества входят в Международную ассоциацию классификационных обществ (МАКО), основными членами которой являются:

- Американское бюро судоходства (American Bureau of Shipping — ABS);
- Бюро Веритас (Bureau Veritas — BV);
- Норвежский Веритас (Det Norske Veritas — DNV);
- Германский Ллойд (Germanischer Lloyd — GL);
- Регистр Ллойда (Lloyd's Register — LR);
- Японская морская корпорация (Nippon Kaiji Kyokai — NKK).

Сертификат класса — это основа страховщиков для гарантии безопасности судна.

Основным назначением классификационного общества является слежение за техническим состоянием судна. Перед получением сертификата судно должно быть зарегистрировано в определенной стране — государстве флага. Это значит, что государство флага принимает судно в качестве носителя своего государственного флага и принадлежащим к его флоту. За определенную плату, а также сумму налога на прибыль власти позволяют судовладельцу ходить под их юрисдикцией. Город, в котором судно было зарегистрировано, должен быть нанесен на корме судна. В качестве доказательства регистрации государство флага выдает Международный сертификат, либо непосредственно классификационное общество выдает данный сертификат от

их имени. Сертификат содержит официальные данные о судне: главные размерения и размеры основных грузовых пространств: трюмов, танков и т.д. — в соответствии с нормами Грузовой конвенции [29].

Большинство портовых сборов основываются на общей грузоподъемности судна, а Сертификат — это официальный документ, подтверждающий данный судовой размер. Для получения данного сертификата производится множество расчетов имеющихся судовых пространств, замеров судна с чертежей либо непосредственно на его борту.

Государство флага также несет ответственность за Сертификат о минимально безопасной укомплектованности судна [29], в котором содержится минимальное количество экипажа и требования по его обучению, а также указаны лица, которые должны находиться на борту, когда судно на ходу.

Помимо Международного сертификата о грузоподъемности при прохождении судна через Суэцкий или Панамский каналы используются и другие (их собственные) методы определения грузоподъемности для назначения размера сборов за проход. Поэтому судну выдается еще и специальный Сертификат о грузоподъемности для Суэцкого и Панамского каналов [29].

Классификационные общества с 1968 г. входят в состав МАКО, а с 1970 г. они совещатель-

ные с ИМО, что способствует повышению их экспертных технических знаний.

С июля 2002 г. все суда должны иметь еще и Международный сертификат по управлению безопасностью, который выдает ИМО. Пассажирским судам, танкерам и балкерам данный сертификат был необходим уже с июля 2000 г. Данный сертификат — это заявление о том, что владелец и персонал судна выполняют все требования по нормальному содержанию судна и выполнению обязательств, связанных с безопасностью и загрязнением.

С 1999 г. все обязательные сертификаты [19, 20] должны подтверждаться каждые пять лет.

На рис. 2.26–2.34 приведены некоторые обязательные документы, без наличия которых судно не имеет право покидать порт.

Международное управление безопасностью (ISM — International Safety Management)

Большинство норм в судостроении касаются технических аспектов судна и требований по обучению экипажа. Кодекс ISM — это перечень норм по организации судна в области системы управления. При этом данная система включает [29]:

- организацию на борту судна;
- организацию на берегу;
- организацию судоходных компаний;
- связь между берегом и судном.

INTERNATIONAL TONNAGE CERTIFICATE (1969) No. N/C 8160

Issued under the provisions of the INTERNATIONAL CONVENTION ON TONNAGE MEASUREMENT OF SHIPS, 1969, under the authority of the Government of the ANTIGUA AND BARBUDA

for which the Convention came into force on 3RD JUNE 1987 by BUREAU VERITAS IMO 8205204

Name of Ship	Distinctive Number or Letters	Port of Registry	Date*
SUZIE Q	678	ST. JOHN'S	1982

EV Reg. 36 Y 539

* Date on which keel was laid or the ship was at a similar stage of construction, (Article 2(B)), or date on which the ship underwent alterations or modifications of a major character, (Article 3(D) (B)), as appropriate.

MAIN DIMENSIONS

Length (Article 2(B))	Breadth (Regulation 2(B))	Moulded Depth amidships to Upper Deck (Regulation 2(B))
74.52	14.00	6.45

THE TONNAGES OF THE SHIP ARE:

GROSS TONNAGE 1980

NET TONNAGE 1028

THIS IS TO CERTIFY that the tonnages of this ship have been determined in accordance with the provisions of the International Convention on Tonnage Measurement of Ships 1969.

Issued at LONDON the 14TH AUGUST 1995

The undersigned declares that Bureau Veritas is duly authorized by the said Government to issue this certificate.

BUREAU VERITAS
C. BEAUDIS
Secretary

Рис. 2.26. Международный сертификат о грузоподъемности, выданный Бюро Веритас

BUREAU VERITAS

INTERNATIONAL CLASSIFICATION SOCIETY

CERTIFICATE OF CLASSIFICATION
CERTIFICADO DE CLASIFICACION

Nº CTG0/MSL/2013062129 p.m.

SUZIE Q 36Y339

Ship's Name / Nombre del Buque
ANTIGUA AND BARBUDA
Flag / Bandera
AMAZON SHIPPING LTD.
Owners / Armador

Register No. / Nº de Registro
ST. JOHN'S
Port of Registry / Puerto de matricula

This is to certify that the above named ship has been entered in the Bureau Veritas Register Book with the following classification symbols and notations: / Se declara que este buque ha sido inscrito en el Libro Registro de Bureau Veritas con los símbolos de clasificación y matices

I * HULL * MACH
General cargo ship
Unrestricted navigation

This certificate is issued within the scope of Bureau Veritas Marine & Offshore Division General Conditions. / Este certificado es expedido de acuerdo con las Condiciones Generales de la División Naval y Offshore de Bureau Veritas.

At/Expedido en: Cartagena, Colombia on/el: 24 June 2013

Limit date of validity / Fecha límite de validez: 21 May 2018

Mauricio SALAZAR
By Order of the Secretary / Por Orden del Secretario

Signature and stamp / Firma y sello

Conditions and endorsements section:
Any person not a party to the contract pursuant to which this certificate is delivered may not assert a claim against Bureau Veritas for any liability arising out of errors or omissions which may be contained in said certificate, or for errors of judgement, fault or negligence committed by personnel of the Society or of its Agents, unless established or required by law, and in connection with the activities which it provides for.

Рис. 2.27. Сертификат о присвоении класса, выданный Бюро Веритас

SERTIFIKAT KESELAMATAN KONSTRUKSI KAPAL BARANG
CARGO SHIP SAFETY CONSTRUCTION CERTIFICATE

No. **19.660/2015/CTG-MSL/11**

Diberikan menurut ketentuan
Issued under the provisions of the

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NO. 17 TAHUN 2008
TENTANG PELAYARAN
INDONESIAN SHIPPING ACT NO. 17/2008

REPUBLIK INDONESIA
The Republic of Indonesia

Ola DIREKTORAT JENDERAL PERBURUHAN LAUT
By Directorate General of Sea Transportation

Nama kapal Name of ship	Angka dan Huruf Pengenal Distinctive Number or Letters	Port of Registry	12 Rantai Gross Tonnage
SMS VISION	YDA 4743	JAKARTA	251

Jenis kapal Type of ship	Bebat mati kapal (ton) Deadweight of ship (Metric tons)	Nomor IMO ¹ IMO Number ²
☐ Kapal tanker Oil tanker	☐ Kapal barang Cargo ship other than oil tanker	

Tanggal pemberian surat ini kapal telah diperiksa dan dinyatakan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam peraturan yang berlaku.
Date on which this certificate was issued or renewed after a survey of the ship in accordance with the provisions of the Convention.

DENGAN INI DINYATAKAN
THIS IS TO CERTIFY

1. Bahwa kapal telah diperiksa sesuai dengan persyaratan peraturan yang berlaku.
That the ship has been surveyed in accordance with the requirements of the Convention.

2. Penerimaan surat ini menunjukkan bahwa kapal memenuhi persyaratan.
That the survey showed that the condition of the ship, its structure, equipment and fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex 1 of the Convention.

3. Dua inspeksi terakhir dari kapal dilaksanakan pada tanggal 12 OKTOBER 2018 dan 12 OKTOBER 2018.
That the last two inspections of the ship's hull and deck were carried out on 12 October 2018 and 12 October 2018.

1. This is to certify that the ship has been surveyed in accordance with the provisions of the Convention.

2. The survey showed that the condition of the ship, its structure, equipment and fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex 1 of the Convention.

3. Two inspections of the ship's hull and deck were carried out on 12 October 2018 and 12 October 2018.

1. This is to certify that the ship has been surveyed in accordance with the provisions of the Convention.

2. The survey showed that the condition of the ship, its structure, equipment and fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex 1 of the Convention.

3. Two inspections of the ship's hull and deck were carried out on 12 October 2018 and 12 October 2018.

1. This is to certify that the ship has been surveyed in accordance with the provisions of the Convention.

2. The survey showed that the condition of the ship, its structure, equipment and fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex 1 of the Convention.

3. Two inspections of the ship's hull and deck were carried out on 12 October 2018 and 12 October 2018.

1. This is to certify that the ship has been surveyed in accordance with the provisions of the Convention.

2. The survey showed that the condition of the ship, its structure, equipment and fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex 1 of the Convention.

3. Two inspections of the ship's hull and deck were carried out on 12 October 2018 and 12 October 2018.

Рис. 2.28. Сертификат о безопасности конструкции грузового судна

INTERNATIONAL LOAD LINE CERTIFICATE

No. **CTG/MSL/2013062122 p.m.**

Issued under the provisions of the
INTERNATIONAL CONVENTION ON LOAD LINES, 1966,
as modified by the Protocol of 1988 relating thereto
under the authority of the Government of
ANTIGUA AND BARBUDA

By **BUREAU VERITAS**

Name of Ship	Distinctive Number or Letters	Port of Registry	Length (L) as defined in Article 30(1)(a)	IMO Number
BV Register : 36Y339 SUZIE Q	V2ZK4	ST JOHN'S	74.520	8205204

Freeboard assigned as: New ship

Type of Ship	Freeboard from deck line	Load line
Tropical	800 mm (T)	110 mm above (S)
Summer	910 mm (S)	Upper edge of line through centre of ring.
Winter	1020 mm (W)	110 mm below (S)
Winter North Atlantic	1070 mm (WNA)	160 mm below (S)
Timber Tropical	490 mm (LT)	118 mm above (LS)
Timber Summer	608 mm (LS)	302 mm below (LS)
Timber Winter	765 mm (LW)	157 mm below (LS)
Timber Winter North Atlantic	1070 mm (LWNA)	462 mm below (LS)

Allowance for fresh water for all freeboards other than timber 120 mm.
For timber freeboards 121 mm.
The upper edge of the deck line from which these freeboards are measured is 200mm below the top of the steel upper deck at side.

THIS IS TO CERTIFY:

1. That the ship has been surveyed in accordance with the requirements of article 14 of the Convention.

2. That the survey showed that the freeboards have been assigned and load lines shown above have been marked in accordance with the Convention.

This certificate is valid until **21 May 2018**, subject to annual surveys in accordance with Article 14(1)(e) of the Convention, due on 21 May (Range from 21 February to 21 August)

Completion date of the renewal survey on which this certificate is based : 24/06/2013

Issued at Cartagena, Colombia, on the 24 June 2013

BUREAU VERITAS
Miguel SAMAZAR
Order of the Secretary

* Insert the date of expiry as specified by the Administration in accordance with article 19(1) of the Convention. The day and month of this date correspond to the anniversary date as defined in article 25(1) of the Convention, unless amended in accordance with article 19(5) of the Convention.

NE 14958 - Page 1/4

Рис. 2.29. Международный сертификат о грузовой марке, выданный Бюро Веритас

INTERNATIONAL OIL POLLUTION PREVENTION CERTIFICATE

No. **CTG/MSL/2013062119 p.m.**

Issued under the provisions of the International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, 1973 as modified by the Protocol of 1978 relating thereto, as amended, (hereinafter referred to as "the Convention") under the authority of the Government of
ANTIGUA AND BARBUDA

By **BUREAU VERITAS**

(Note : This Certificate shall be supplemented by a Record of Construction and Equipment.)

Name of Ship	Distinctive Number or Letters	Port of Registry	Gross Tonnage	IMO Number
BV No : 36Y339 SUZIE Q	V2ZK4	ST JOHN'S	1980	8205204

Deadweight of ship (metric tons) (for oil tankers) : -

TYPE OF SHIP

☐ Oil tanker

☐ Ship other than oil tanker with cargo tanks coming under Regulation 2(2) of Annex 1 of the Convention

☒ Ship other than any of the above

THIS IS TO CERTIFY

1. That the ship has been surveyed in accordance with Regulation 6 of Annex 1 of the Convention; and

2. That the survey shows that the structure, equipment systems, fittings, arrangement and material of the ship and the condition thereof are in all respects satisfactory and that the ship complies with the applicable requirements of Annex 1 of the Convention.

This Certificate is valid until **21 May 2018** * subject to surveys in accordance with Regulation 6 of Annex 1 of the Convention.

Completion date of the survey on which this certificate is based : 24/06/2013

Issued at Cartagena, Colombia, on the 24 June 2013

Valid only when the Supplement No. CTG/MSL/2013062108 p.m. is available for inspection.

The undersigned declares that he is duly authorized by the said Government to issue this certificate.

BUREAU VERITAS
Miguel SAMAZAR
Order of the Secretary

* Insert the date of expiry as specified by the Administration in accordance with regulation 19(1) of Annex 1 of the Convention. The day and month of this date correspond to the anniversary date as defined in regulation 12(1) of Annex 1 of the Convention, unless amended in accordance with regulation 19(5) of Annex 1 of the Convention.

NE 74130 - Page 1/4

Рис. 2.30. Международный сертификат о предотвращении нефтяных загрязнений, выданный Бюро Веритас

CARGO SHIP SAFETY EQUIPMENT CERTIFICATE

This Certificate shall be supplemented by Record of Equipment (Form E)

Issued under the provisions of the INTERNATIONAL CONVENTION FOR THE SAFETY OF LIFE AT SEA, 1974, as modified by the Protocol of 1978 relating thereto, under the authority of the Government of
PANAMA

By **INTERNATIONAL REGISTER OF SHIPPING (PANAMA), INC.**

Certificate No. _____

PARTICULARS OF SHIP

Name of Ship	Distinctive Number or Letters	Port of Registry	Gross Tonnage	Deadweight of Ship (Metric Tons)	Length of Ship (Regulation 10.10)	IMO Number	Type of Ship

Date on which keel was laid¹ : _____

THIS IS TO CERTIFY:

1. That the ship has been surveyed in accordance with the requirements of regulation 18 of the Convention, as modified by the 1978 protocol;

2. That the survey showed that:

2.1 the ship complied with the requirements of the Convention as regards fire safety systems and appliances and fire control plans;

2.2 the life-saving appliances and the equipment of the lifeboats, liferafts and rescue boats were provided in accordance with the requirements of the Convention;

2.3 the ship was provided with a line-throwing appliance and radio installations used in life-saving appliances in accordance with the requirements of the Convention;

2.4 the ship complied with the requirements of the Convention as regards shipborne navigational equipment, means of embarkation for pilots and nautical publications;

2.5 the ship was provided with lights, shapes, means of making sound signals and distress signals in accordance with the requirements of the Convention and the International Regulations for Preventing Collisions at Sea in force;

2.6 in all other respects, the ship complied with the relevant requirements of the Convention.

3. That the ship operates in accordance with regulation 10.1.1 within the limits of the trade area;

4. That in implementing regulation 18(b) the Government has instituted mandatory annual surveys / unscheduled inspections²;

5. That an Exemption Certificate has / has not³ been issued.

This certificate is valid until _____

Issued at _____ on _____

PROVISIONAL - Validity not to exceed five months

Surveyor to International Register of Shipping (Panama), Inc.

¹ For Oil tankers, Chemical tankers and Gas carriers only.
² Delete as appropriate.
³ Date on which keel was laid or ship was at a similar stage of construction or, where applicable, date on which work for an alteration or modification of a major character was commenced

Can SE-1 REV 4/2005 Page 1 of 1

Рис. 2.31. Сертификат о безопасности оборудования грузового судна, выданный Международным Регистром судоходства (Панама)

Необходимость качественного управления безопасностью иллюстрируется тем фактом, что 80% всех происшествий в судоходстве — результат человеческих ошибок.

Задачами ISM кодекса являются:

— слежение за соблюдением всех соответствующих национальных и международных за-

конов, таких как SOLAS, MARPOL, ISM, Class, а также трудового законодательства;

— создание постоянного уровня информированности о безопасном поведении персонала на борту судна и на берегу;

— обеспечение готовности экипажа к эффективным действиям в чрезвычайных ситуациях;

Компании добровольно используют стандарт ISO, но, в основном, под давлением рынка. Стандарт ISO 9000 — это общепринятый стандарт, направленный на кодекс ISM. Это означает, что каждая компания выстраивает и использует свою собственную систему качества, основанную на требованиях и которая может быть сертифицирована классификационным бюро.

2.6. Технические данные различных типов судов

Суда различного назначения и рода перевозимого груза имеют резко отличающиеся значения главных размерений и других технических характеристик. Рассмотрим это на соответствующих примерах.

Газовоз LNG GRG1 (LNG carrier) со следующими техническими характеристиками (рис. 2.35):

назначение — транспортировка сжиженного природного газа;

класс судна — AUT-O, IGS, DFD;

длина наибольшая — 100,3 м;

длина между перпендикулярами — 98,0 м;

ширина — 12,0 м;

высота борта — 4,7 м;

осадка — 2,3 м;

дедвейт — 600 т;

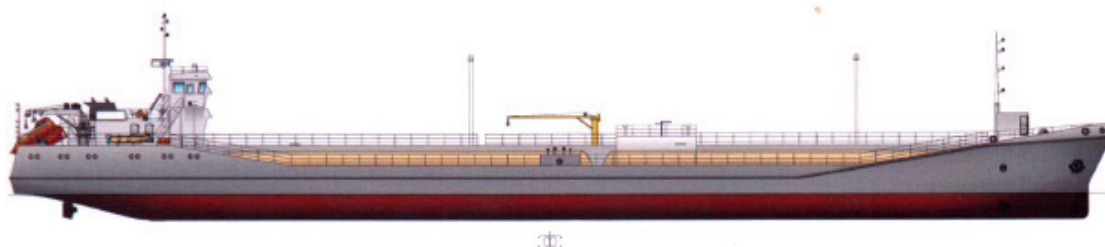
емкость танков — 1000 м³;

скорость на испытаниях — 8 уз;

экипаж — 10 чел.;

дальность плавания — 1500 миль.

а)



б)

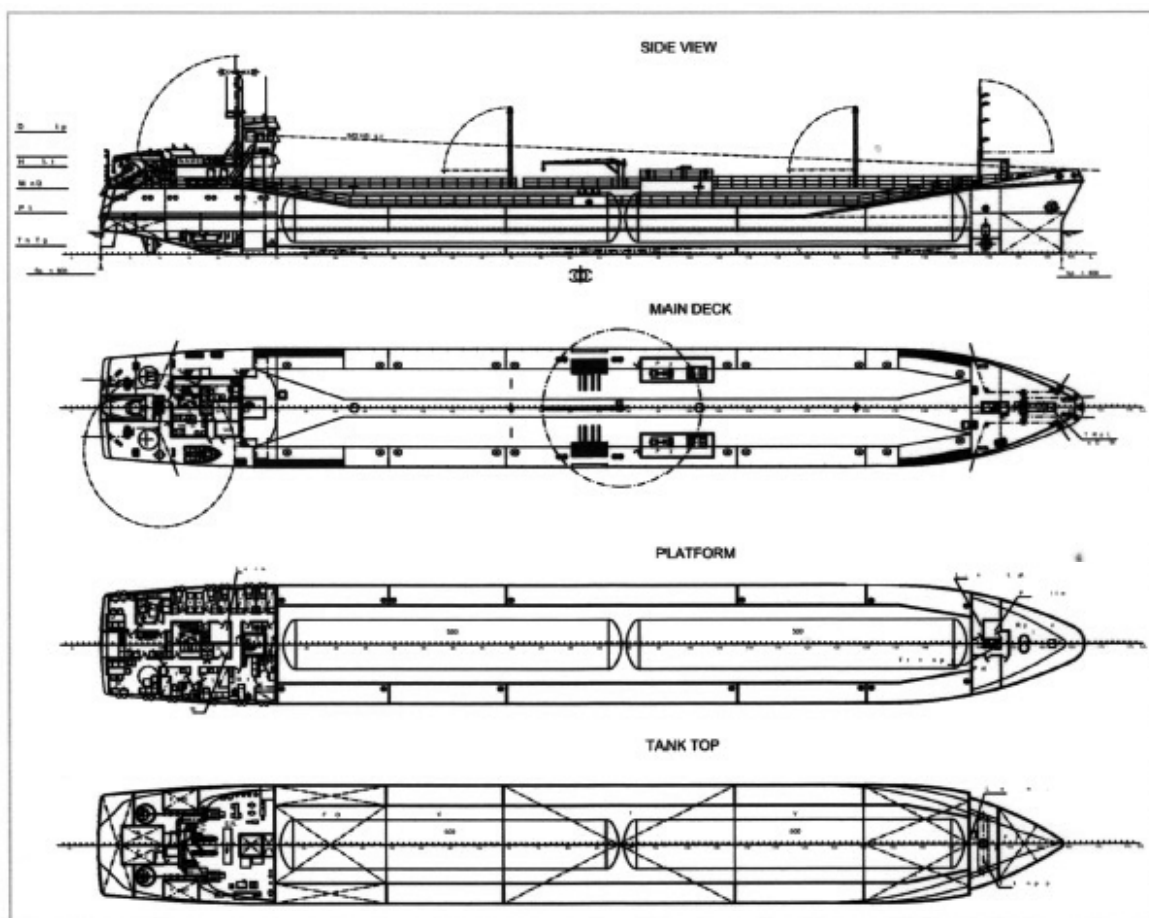


Рис. 2.35. Газовоз LNG GRG1:

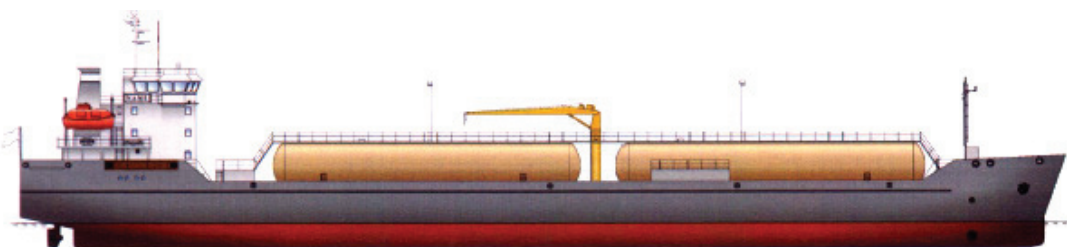
а — общий вид; б — общее расположение судна

Судно предназначено для перевозки природного сжиженного газа в независимых владных танках типа *C* с температурой груза -163°C в мелководных речных условиях. Является высокоманевренным, двухвальным, стальным судном сварной конструкции с транцевой кормовой оконечностью и кормовым расположением машинного отделения и надстройки. Прием и выдача груза предусмотрены от береговых терминалов. Главные двигатели предназначены для работы на морском виде топлива.

Газовоз LNG GRG3 (LNG carrier) аналогичен по конструкции и назначению предыдущему проекту со следующими техническими характеристиками (рис. 2.36):

класс судна — AUT-O, IGS, DFD;
длина наибольшая — 117,4 м;
длина между перпендикулярами — 110,8 м;
ширина — 16,5 м;
высота борта — 6,45 м;
осадка — 2,8 м;
дедвейт — 1750 т;
вместимость танков — 3000 м³;
скорость на испытаниях — 9 уз;
экипаж — 12 чел.

а)



б)

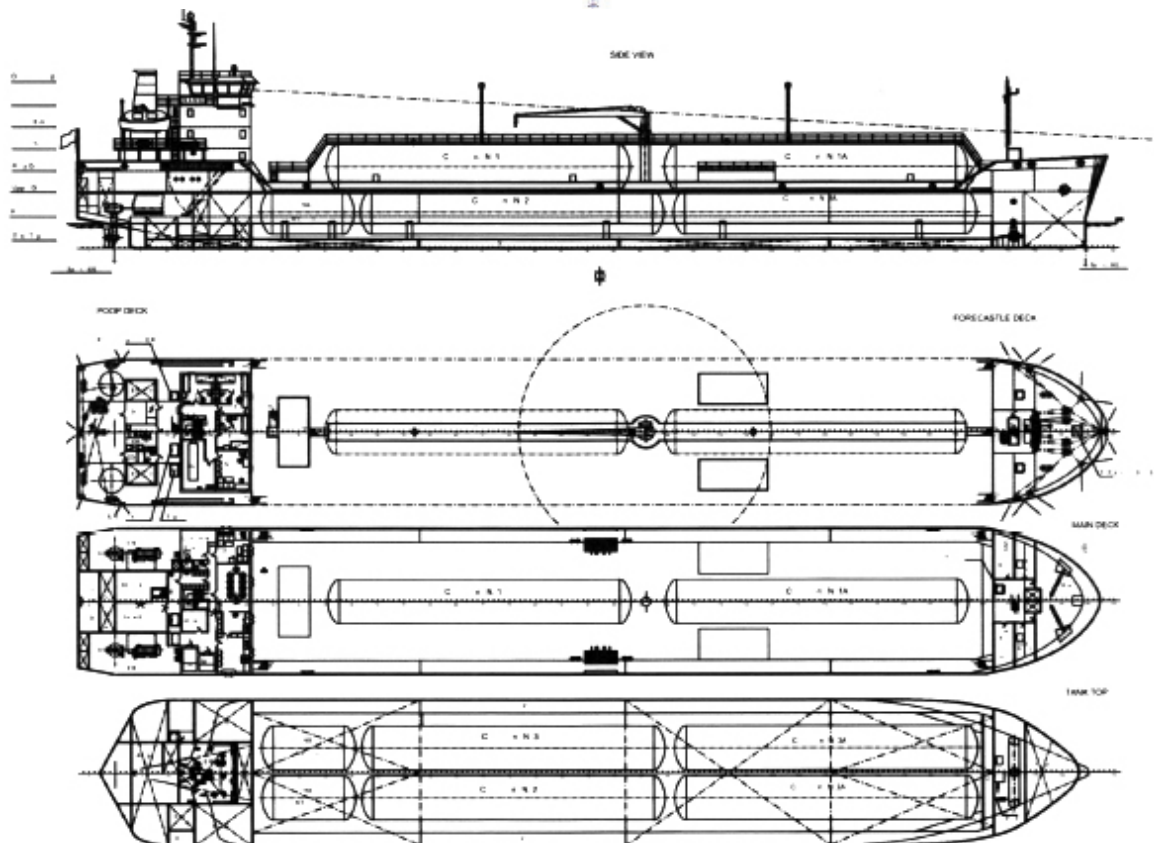


Рис. 2.36. Газовоз LNG GRG3:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Газовоз LNG GRG6 (LNG carrier) аналогичен предыдущим проектам с некоторыми отличиями в конструкции, приведенными ниже, со следующими техническими характеристиками (рис. 2.37):

класс судна — AUT-O, IGS, DFD;
длина наибольшая — 142,4 м;
длина между перпендикулярами — 139,7 м;
ширина — 18,3 м;
высота борта — 6,9 м;
осадка — 3,6 м;
дедвейт — 3200 т;

вместимость танков — 6000 м³;
скорость на испытаниях — 12 уз;
экипаж — 12 чел.

В отличие от предыдущих проектов данное судно имеет бульбовую носовую оконечность и может эксплуатироваться в прибрежных морских водах с заходом в реку. Прием и выдача груза предусмотрены от морских плавучих и береговых терминалов. Главные двигатели предназначены для работы на жидком и газообразном видах топлива.

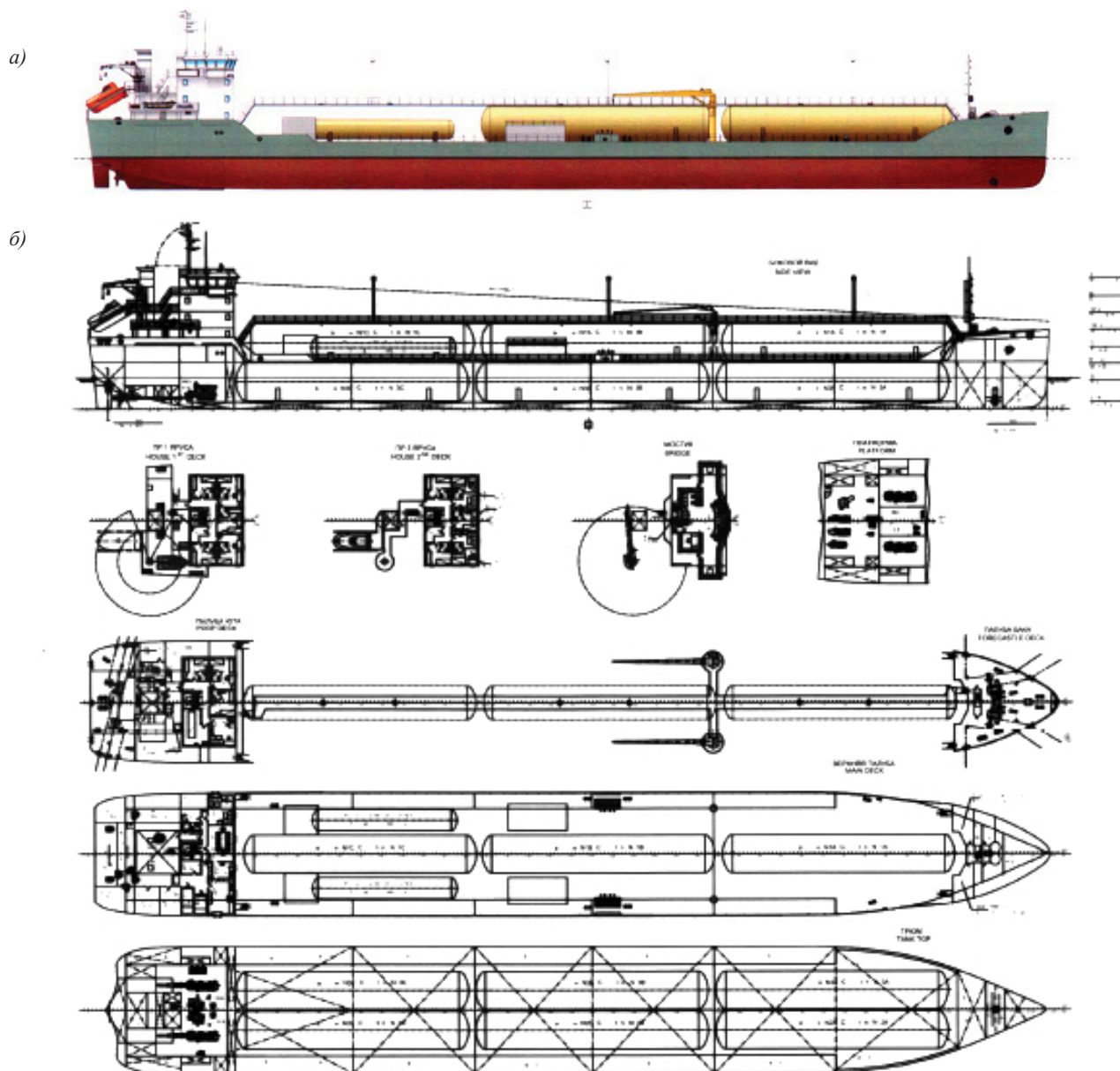


Рис. 2.37. Газовоз LNG GRG6:

а — общий вид; б — общее расположение судна

Газовоз RZ 10 (LNG carrier) аналогичен по назначению и конструкции предыдущему проекту и имеет следующие технические характеристики (рис. 2.38):

класс судна — CCS;

длина наибольшая — 131,1 м;

длина между перпендикулярами — 123,5 м;

ширина — 19,2 м;

высота борта — 7,8 м;

осадка — 4,5 м;

дедвейт — 4500 т;

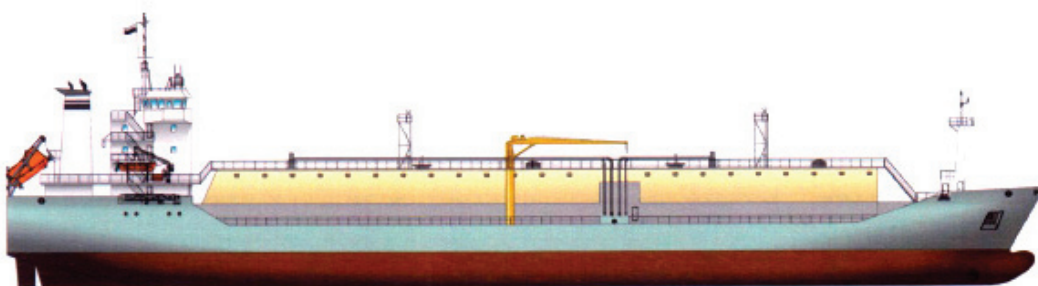
вместимость танков — 10000 м³;

мощность главного двигателя — 2×1620 кВт;

экипаж — 18 чел.;

дальность плавания — 1500 миль.

а)



б)

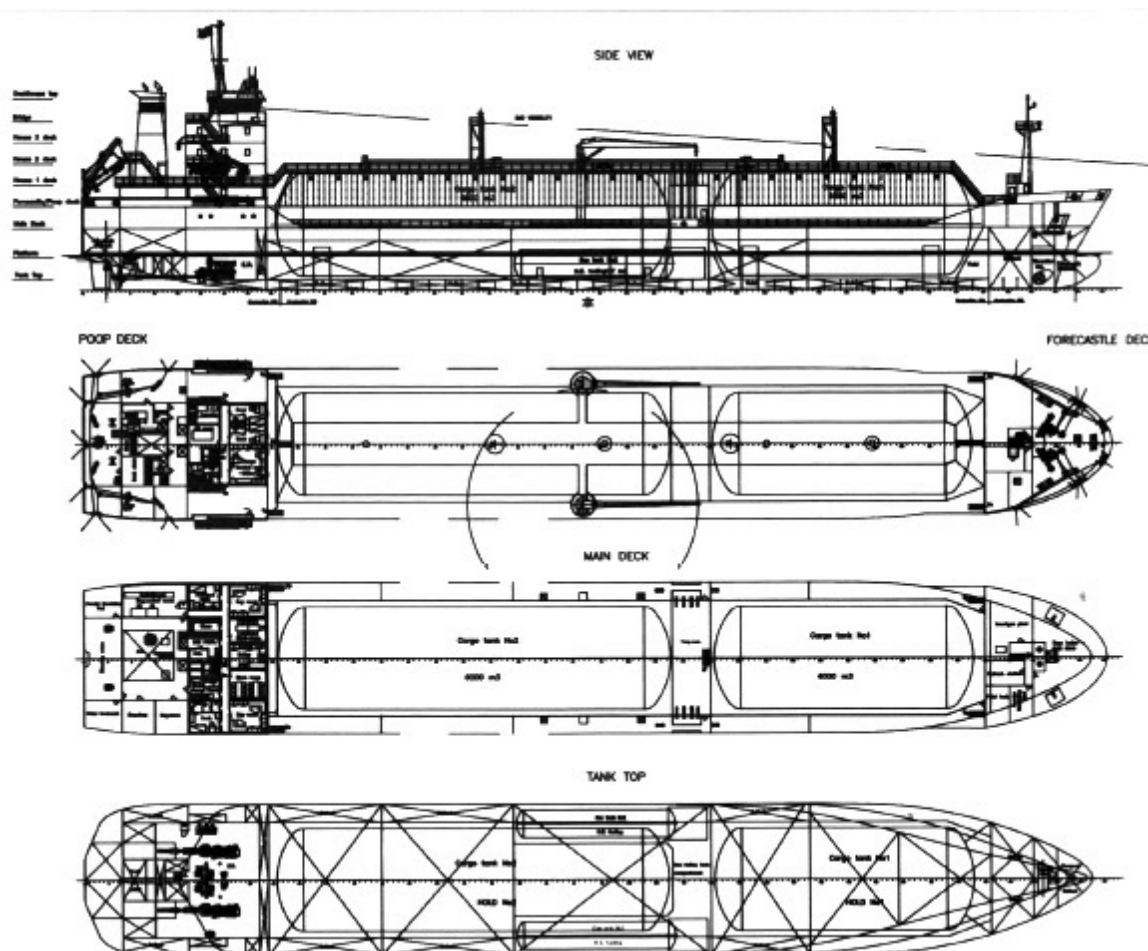


Рис. 2.38. Газовоз LNG RZ 10:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Мелкосидящее судно сейсмической разведки (Seismic Research Shallow-draft Vessel) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.39):

назначение — сейсмическая разведка;
 класс судна — ABSA1, AMS, ACCU, ENVIRO, HAV, Helideck, APS;
 длина наибольшая — 85,4 м;
 длина между перпендикулярами — 79,5 м;
 ширина — 19,0 м;

осадка — 4,6 м;

водоизмещение — ок. 5000 т.

Данное судно имеет ограниченную осадку и удовлетворяет всем требованиям индустрии сейсмических исследований, при этом способно буксировать восемь стримерных кос длиной по 8000 м и шесть массивов пневмоизлучателей. Центр управления и обработки данных расположен в корме, что обеспечивает хороший обзор в процессе проведения сейсмических операций.

а)



б)

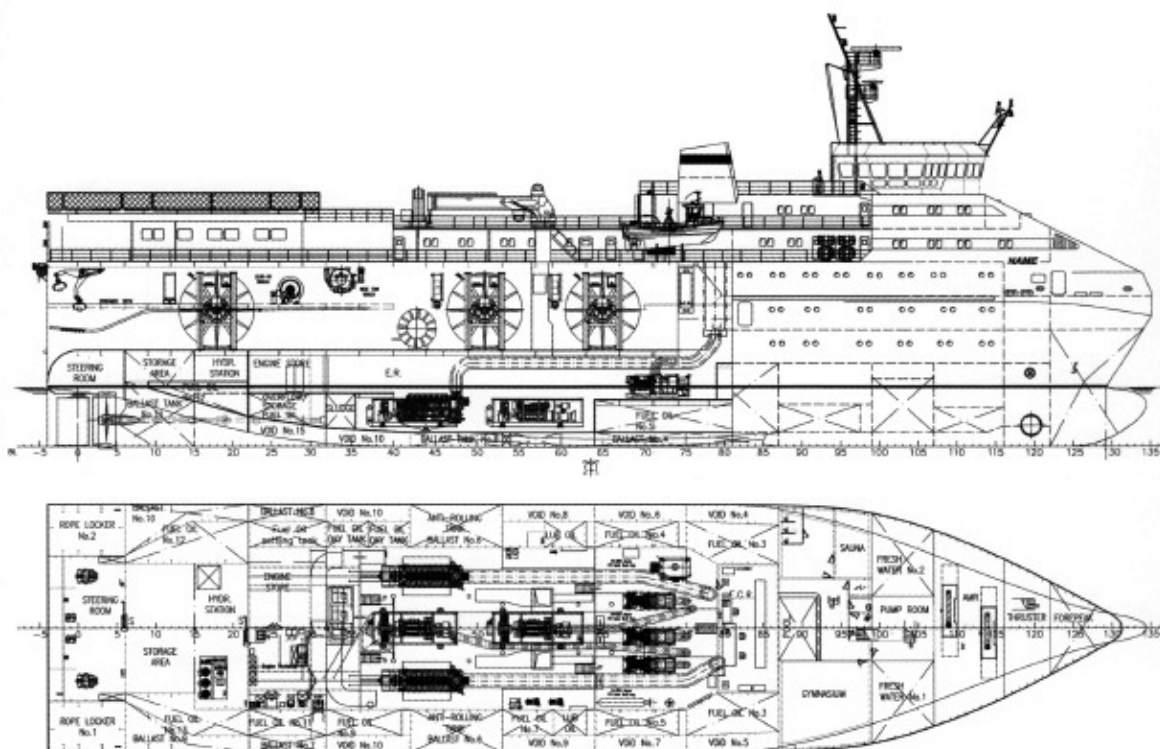


Рис. 2.39. Мелкосидящее судно сейсмической разведки:

а — общий вид; б — общее расположение судна

Рыболовно-транспортное судно (Fishing Transporting Vessel) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.40):

назначение — лов кильки на свет, транспортировка живой рыбы осетровых;

класс судна — KM R1 Ice2 AUT3 Fishing vessel;

длина наибольшая — 45,0 м;

длина между перпендикулярами — 39,0 м;

ширина — 10,5 м;

высота борта — 4,7 м;

осадка — 3,4 м;

водоизмещение — 850 т;

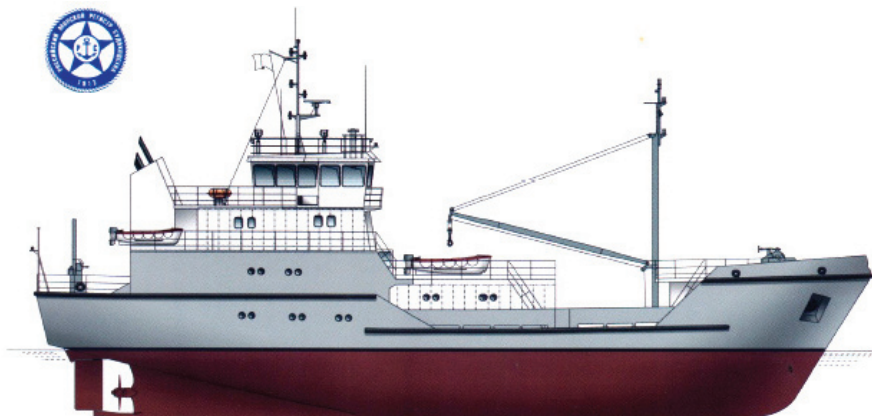
грузовой трюм — 120 м³;

живорыбный трюм — 2х40 м³;

скорость — 12 уз;

мощность главного двигателя — 840 кВт.

а)



б)

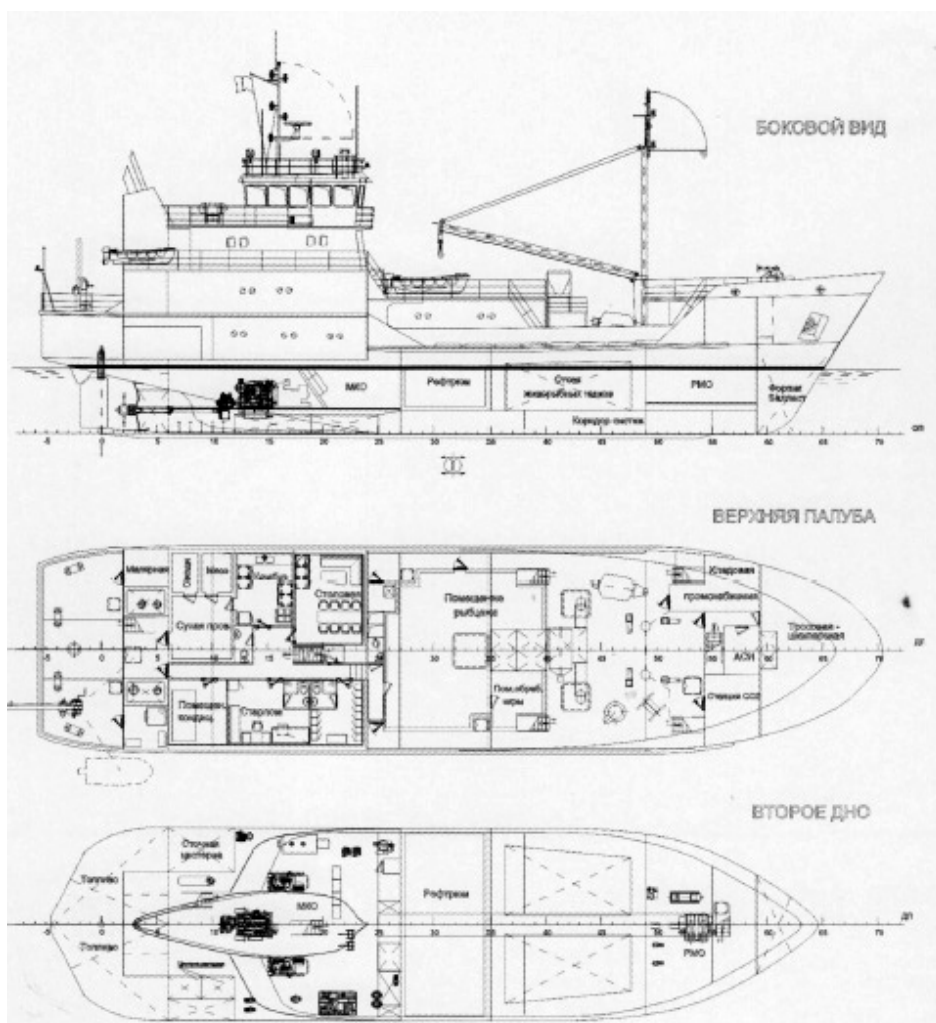


Рис. 2.40. Рыболовно-транспортное судно:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Данное судно предназначено для:

- лова кильки на электросвет при помощи конусных сетей в Каспийском море в течение всего года кроме периода ледохода;
- производства мороженой продукции из неразделанной и разделанной рыбы;
- хранение замороженной продукции в морозильном трюме при температуре -28°C ;
- транспортировка готовой продукции в порт назначения;
- транспортировка живой рыбы осетровых пород с икрой в живорыбных танках на береговой центр воспроизводства.

Автономность плавания судна — 30 суток. Жилые помещения предусматривают размещение 14 человек экипажа и 2 дополнительных места в представительской гостевой каюте. На

судне предусмотрен рыбообрабатывающий цех с морозильно-упаковочным участком, а также два трюма для перевозки маточных особей осетровых пород.

Рыболовно-морозильное судно (Fishing Freezer Vessel) аналогично предыдущему проекту по назначению и конструкции, имеет следующие технические характеристики (рис. 2.41):

- длина наибольшая — 60 м;
- длина между перпендикулярами — 51 м;
- ширина — 10,5 м;
- высота борта — 5,6 м;
- осадка — 3,7 м;
- водоизмещение — 1250 т;
- грузовой трюм — 180 м³;
- скорость — 12 уз;
- мощность главного двигателя — 1100 кВт.

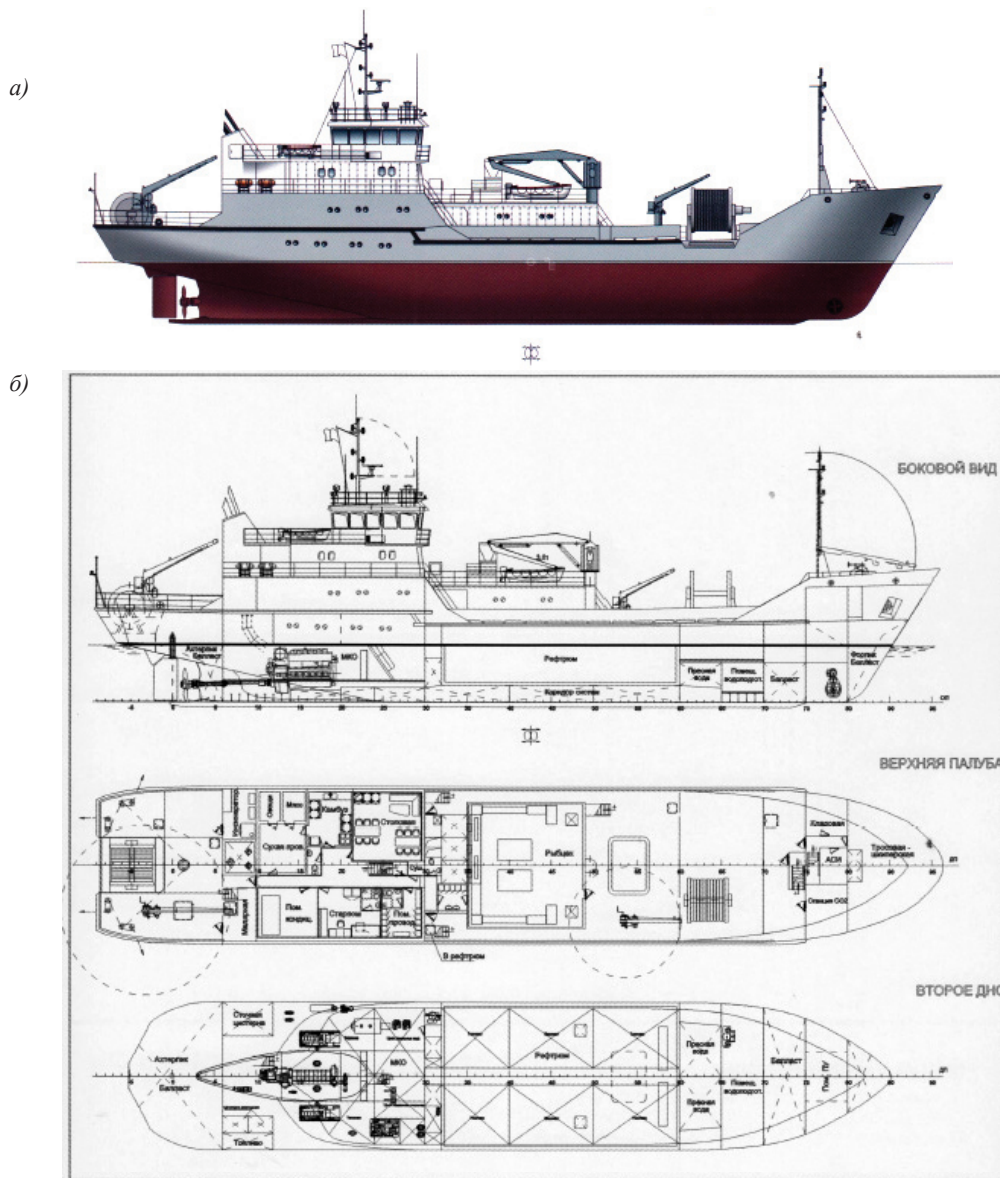


Рис. 2.41. Рыболовно-морозильное судно:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Буксир с упором (Towing force tug) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.42):

назначение — буксировка плавучих объектов;
 класс судна — КМР1 Ice2 1 AUT1 Tug;
 длина наибольшая — 24,5 м;
 длина между перпендикулярами — 20,2 м;
 ширина — 8,5 м;

высота борта — 4,0 м;
 осадка — 2,5 м;
 тяговое усилие — 10 т.

Представляет собой двухвинтовое судно с удлиненным баком, предназначенное для буксировки различных плавучих объектов и тушения пожара на других судах в акваториях Каспийского моря с ограниченными глубинами.

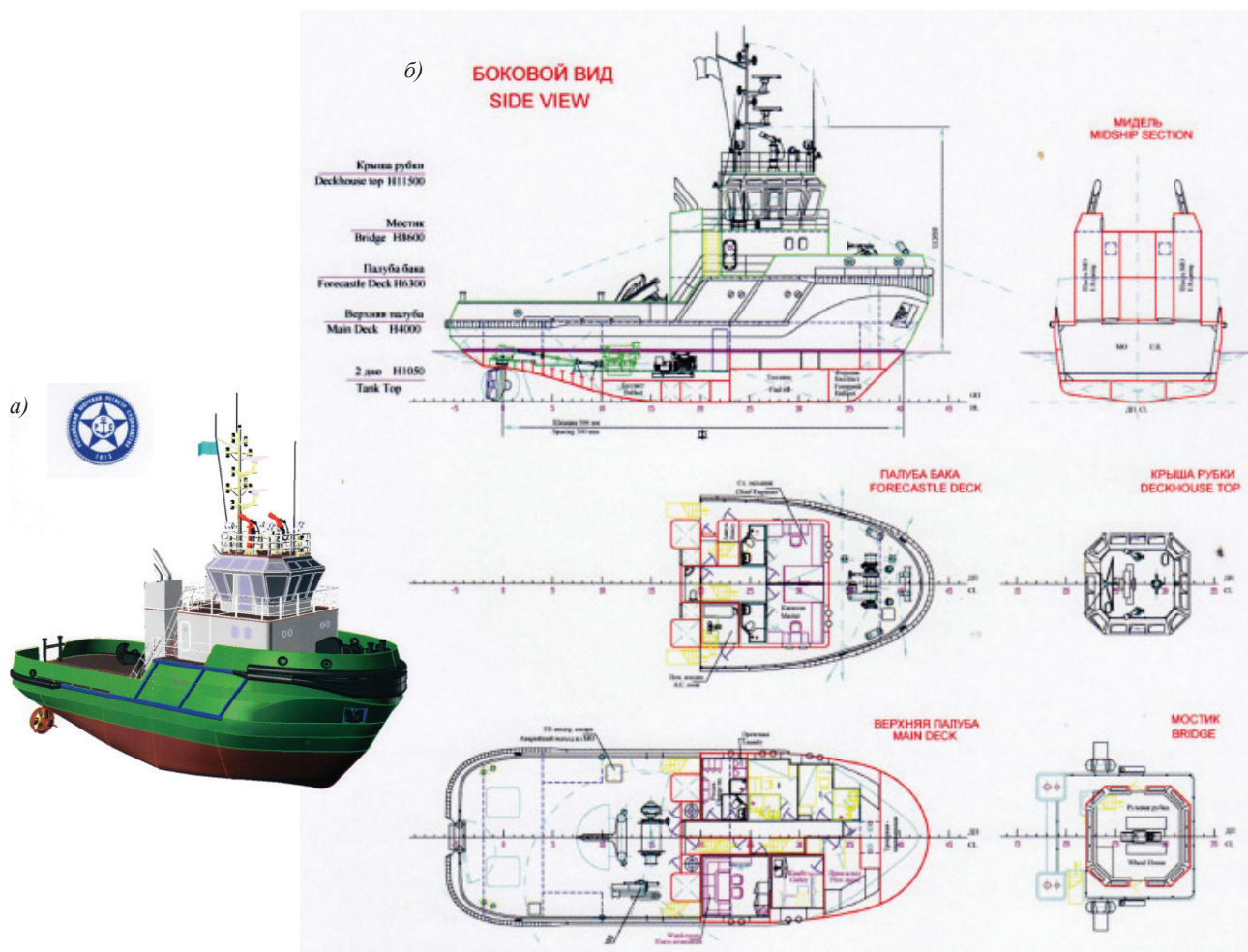


Рис. 2.42. Буксир с упором:
 а — общий вид; б — общее расположение судна

Плавучий док (Floating dock) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.43):

назначение — выполнение судоремонтных работ;

класс судна — 'А' Floating dock;

длина наибольшая — 155,2 м;

ширина — 31 м;

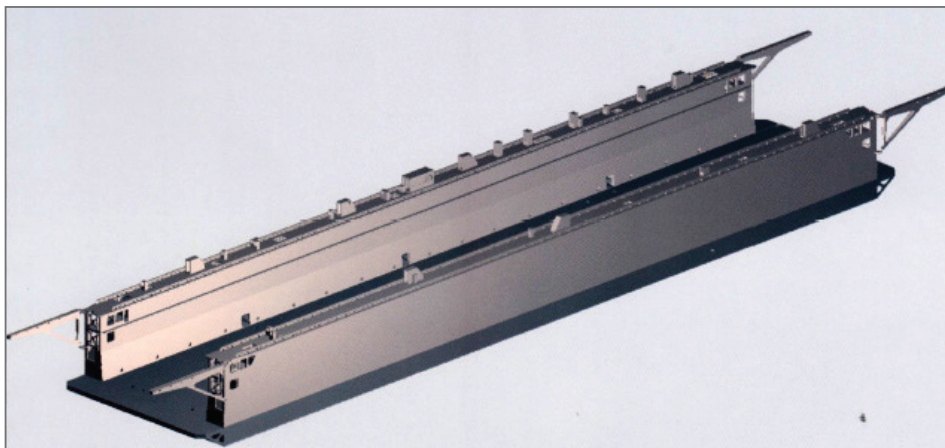
высота борта — 14,25 м;

максимальная глубина воды над кильблоками — 8,5 м;

грузоподъемность — 6500 т.

Стальной плавучий док имеет подъемную силу 6500 т и предназначен для подъема судов длиной — 145 м, шириной — 19 м, с максимальной осадкой при входе в док — 8 м.

а)



б)

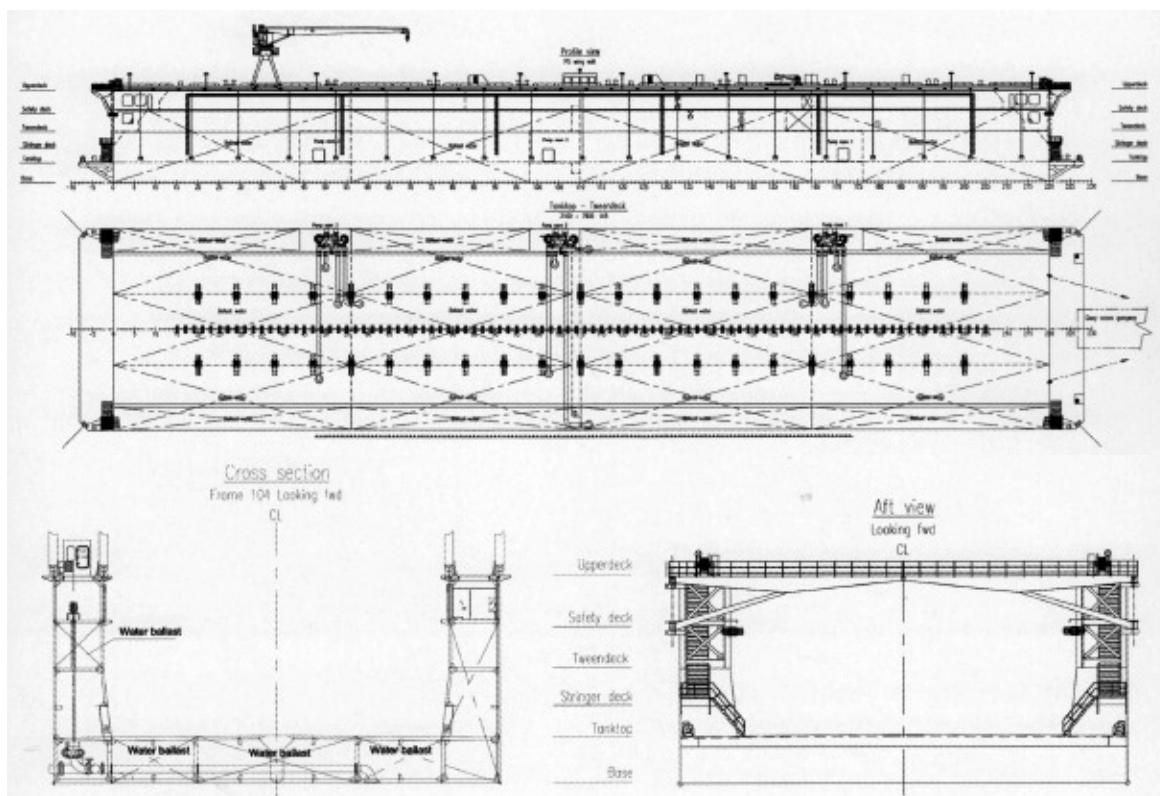


Рис. 2.43. Плавучий док:

а — общий вид; б — общее расположение судна

Баржа-площадка — газовоз (Platform barge — gas carrier) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.44):

назначение — перевозка сжиженного газа (пропан-бутан);

класс судна — Правила Дунайского бассейна (2004);

длина наибольшая — 95,4 м;

длина между перпендикулярами — 94,3 м;

ширина — 12 м;

высота борта — 2,6 м;

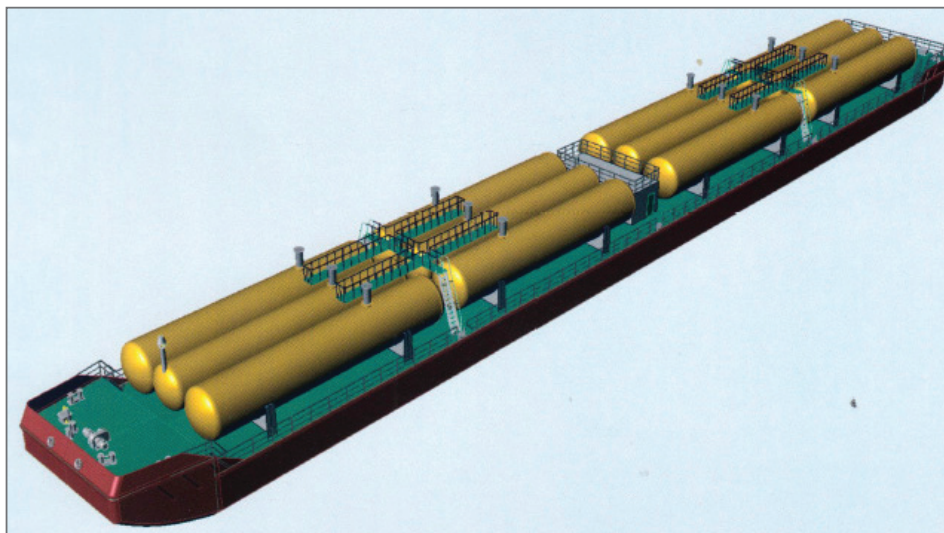
осадка — 1,8 м;

дедвейт — 1040 м;

вместимость танков — 2080 м³.

Представляет собой несамоходное речное судно, предназначенное для перевозки природного газа, сжиженного под давлением в 12 цистернах, расположенных на верхней палубе.

а)



б)

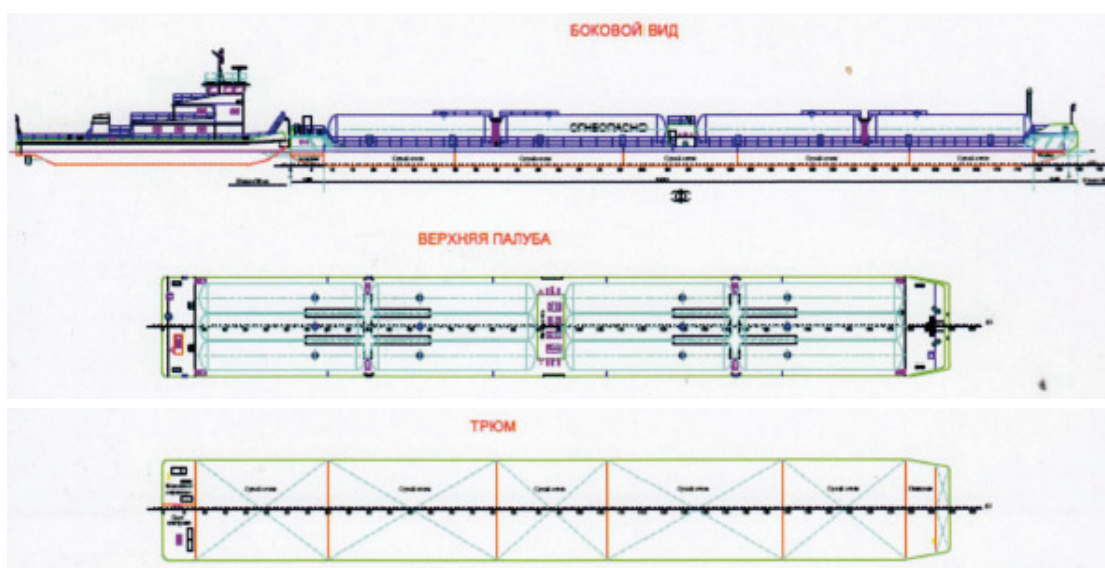


Рис. 2.44. Баржа-площадка (газовоз):
а — общий вид; б — общее расположение судна

Несамостоятельное судно смешанного плавания (Short sea dump barge) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.45):

назначение — перевозка генеральных и навалочных грузов;

класс судна — К (ЗП2,5 ЛП30);

длина наибольшая — 90 м;

длина между перпендикулярами — 88,85 м;

ширина — 15,80 м;

высота борта — 5,05 м;

осадка (река/море) — 2,0/3,6;

водоизмещение — 4690 т;

вместимость грузовых трюмов — 5500 м³;

грузоподъемность (море) — 3800 т;

грузоподъемность (река) — 1650 т.

Несамостоятельное сухогрузное судно смешанного (река – море) плавания с баком, грузовыми трюмами ящичного типа, сдвижными водонепроницаемым закрытиями типа «back», упрощенными обводами корпуса, без надстройки и рулевого устройства. Судно может использоваться в толкаемых барже-буксирных составах. Питание судовых устройств осуществляется с буксира или с берега. Район плавания: во всех зонах Европейских внутренних водных путей; Азовское море; Черное море в 20-ти мильной прибрежной зоне побережья Украины на волнении не более 2,5 м.

а)



б)

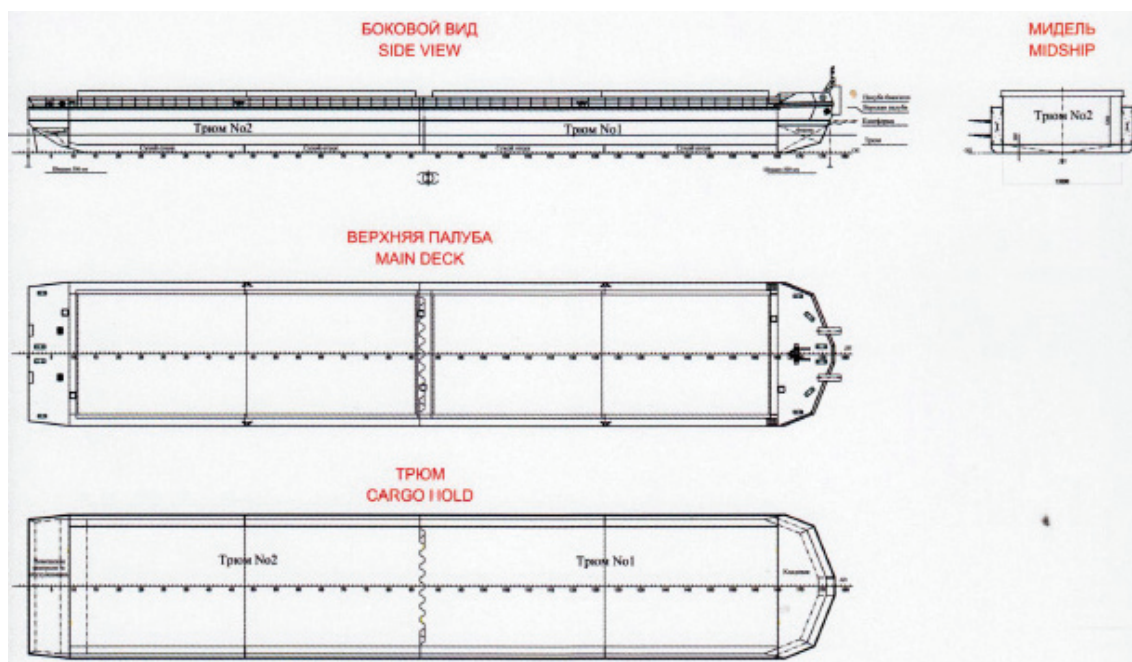


Рис. 2.45. Несамостоятельное судно смешанного плавания:

а — общий вид; б — общее расположение судна

Универсальный сухогруз-минибалкер (Universal dry cargo ship — mini bulkcarrier) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.46):

назначение — перевозка навалочного груза и контейнеров;

класс судна — KM Ice2 AUT 1 (EPS) 2008;

длина наибольшая — 91,5 м;

длина между перпендикулярами — 86,0 м;

ширина — 15,9 м;

высота борта — 8,8 м;

осадка — 6,5 м;

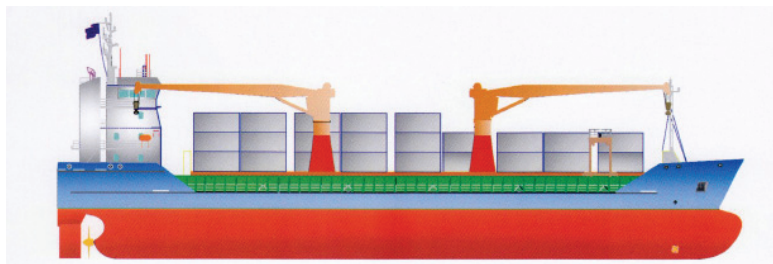
дедвейт — 6000 т;

вместимость по зерну — 7250 м³;

количество контейнеров — 232.

Универсальный однотрюмный сухогруз с баком и ютом, с люковыми закрытиями понтонного типа, оптимизированный для перевозки навалочных грузов, а также контейнеров. Судно может оснащаться по желанию заказчика грузовым устройством в составе двух кранов грузоподъемностью по 25 т, расположенных асимметрично.

а)



б)

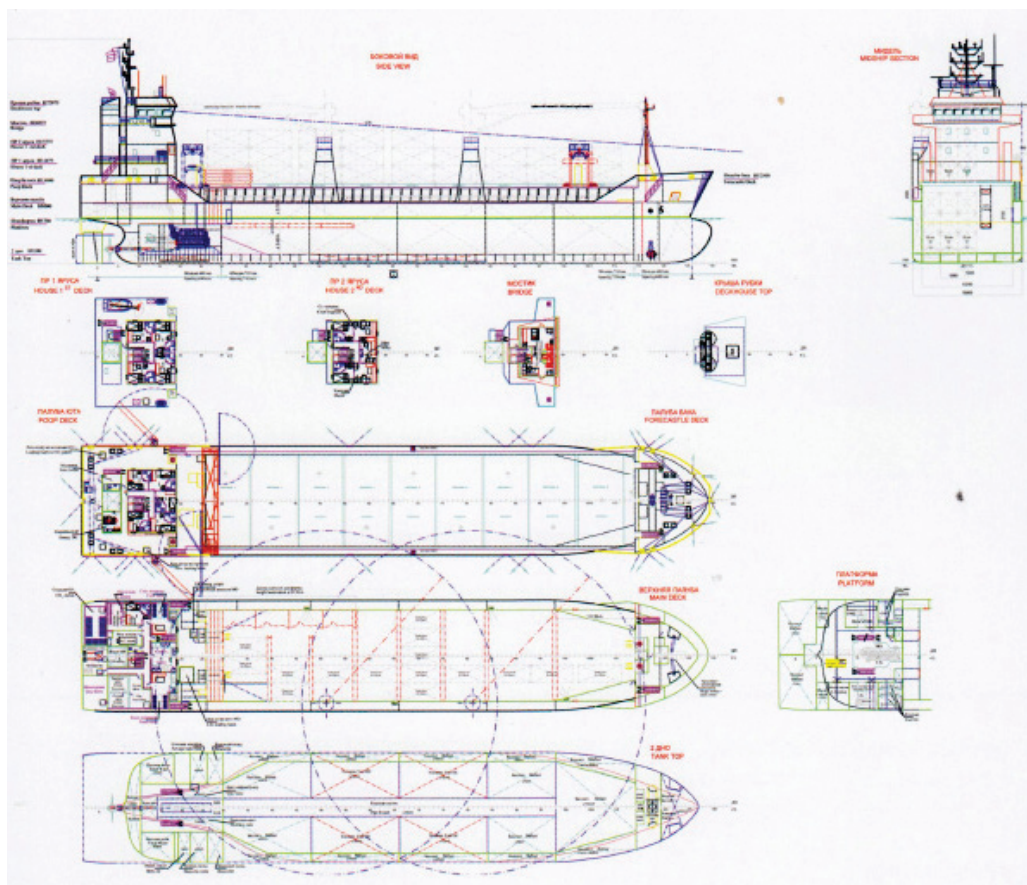


Рис. 2.46. Универсальный сухогруз-минибалкер:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Универсальное сухогрузное судно типа река-море (Dry cargo ship for inland water ways and coastal areas of seas) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.47):

назначение — перевозка генерального/навалочного груза и контейнеров;

класс судна — КМ ЛУ2 А1 (2008);

длина наибольшая 126,8 м;

длина между перпендикулярами — 122,4 м;

ширина — 16,6 м;

высота борта — 6,7 м;

осадка река/море — 3,6/4,86 м;

дедвейт — 6300 т;

скорость при максимальной осадке — 11,3 уз;

количество контейнеров — 331 TEU.

Основным назначением судна класса река-море является транспортировка генеральных и навалочных грузов, включая зерно, уголь, лес, руду, 20 и 40-футовые контейнеры международного стандарта в грузовых трюмах и на крышах люков.

а)



б)

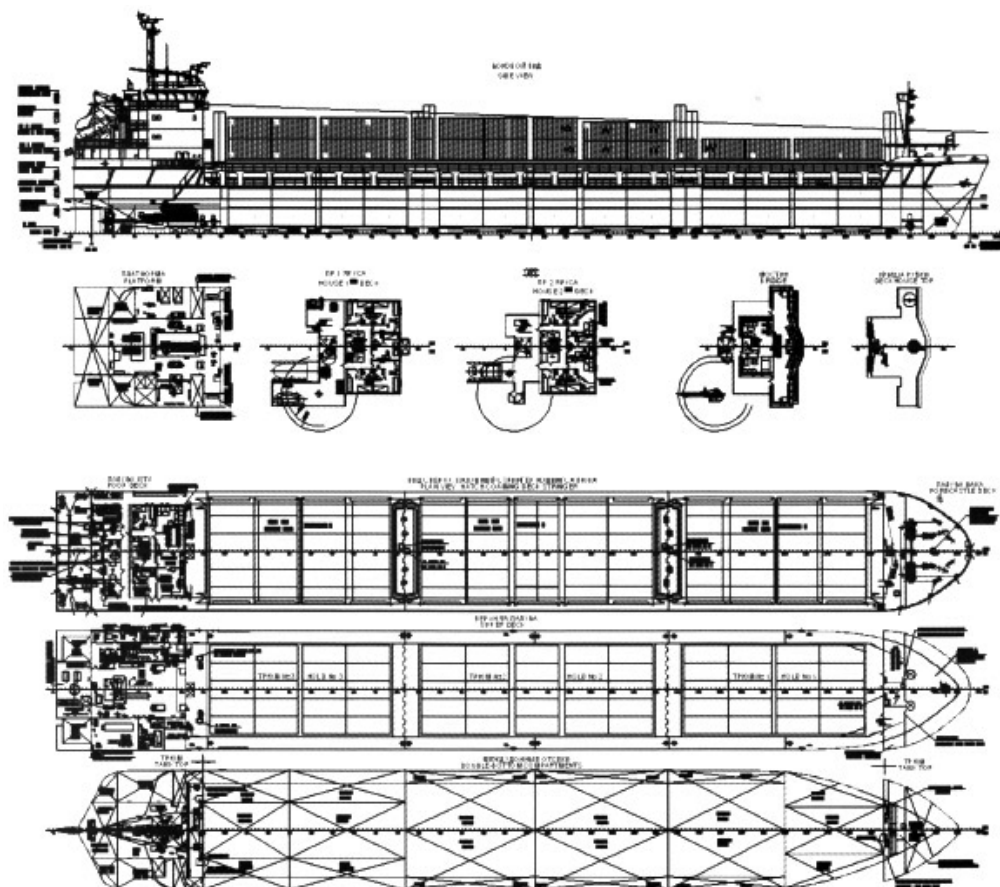


Рис. 2.47. Универсальное сухогрузное судно типа река-море:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Универсальное грузовое судно (Universal cargo ship) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.48):

класс судна — 100 A1, LMC, UMS, SCM, Finnish/Swedish Ice Class A1;

длина наибольшая — 142,95 м;

длина между перпендикулярами — 134,965 м;

ширина — 18,9 м;

высота борта — 10,95 м;

осадка река/море — 7,9 м;

дедвейт — 12000 т;

скорость при максимальной осадке — 15,5 уз.

Многоцелевое сухогрузное судно, спроектированное для транспортировки сухого навалочного и/или генерального грузов, а также контейнеров в грузовых трюмах и на крышах люков (два палубных крана по 80 т каждый).

а)



б)

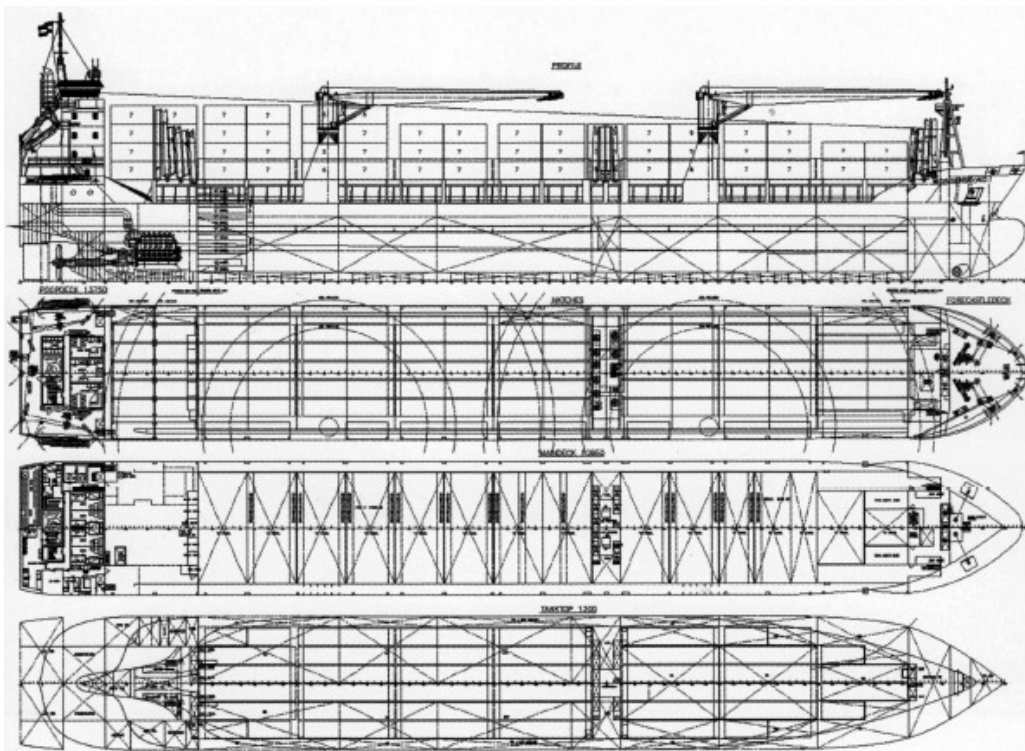


Рис. 2.48. Универсальное грузовое судно:
а — общий вид; б — общее расположение судна

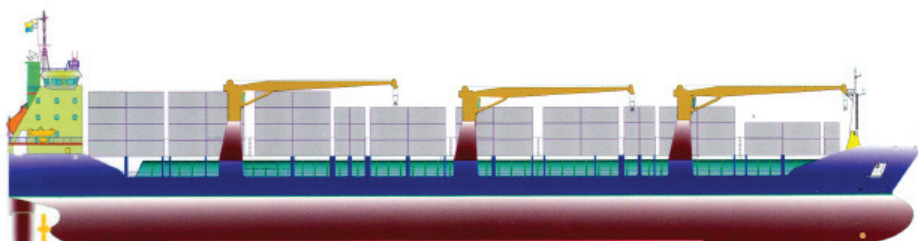
Универсальный сухогруз (Universal dry-cargo ship) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.49):

назначение — перевозка генерального/навалочного груза и контейнеров;
 класс судна — KMIce2 AUT 1 2008;
 длина наибольшая — 146,1 м;
 длина между перпендикулярами — 137,4 м;
 ширина — 19,1 м;
 высота борта — 10,9 м;
 осадка — 7,9 м;
 дедвейт — 12450 т;

вместимость по зерну — 18700 м³;
 количество контейнеров — 718 TEU.

Трехтрюмный, одновинтовой теплоход с баком и ютом, неограниченного района плавания, предназначенный для перевозки широкой номенклатуры генеральных и навалочных грузов, а также контейнеров. Дедвейт и осадка сухогруза, имеющего ледовые подкрепления, определяются особенностями работы на порты Азово-Черноморского бассейна. Судно имеет грузовое устройство, размещенное асимметрично, которое может включать два либо три крана грузоподъемностью 30 т.

а)



б)

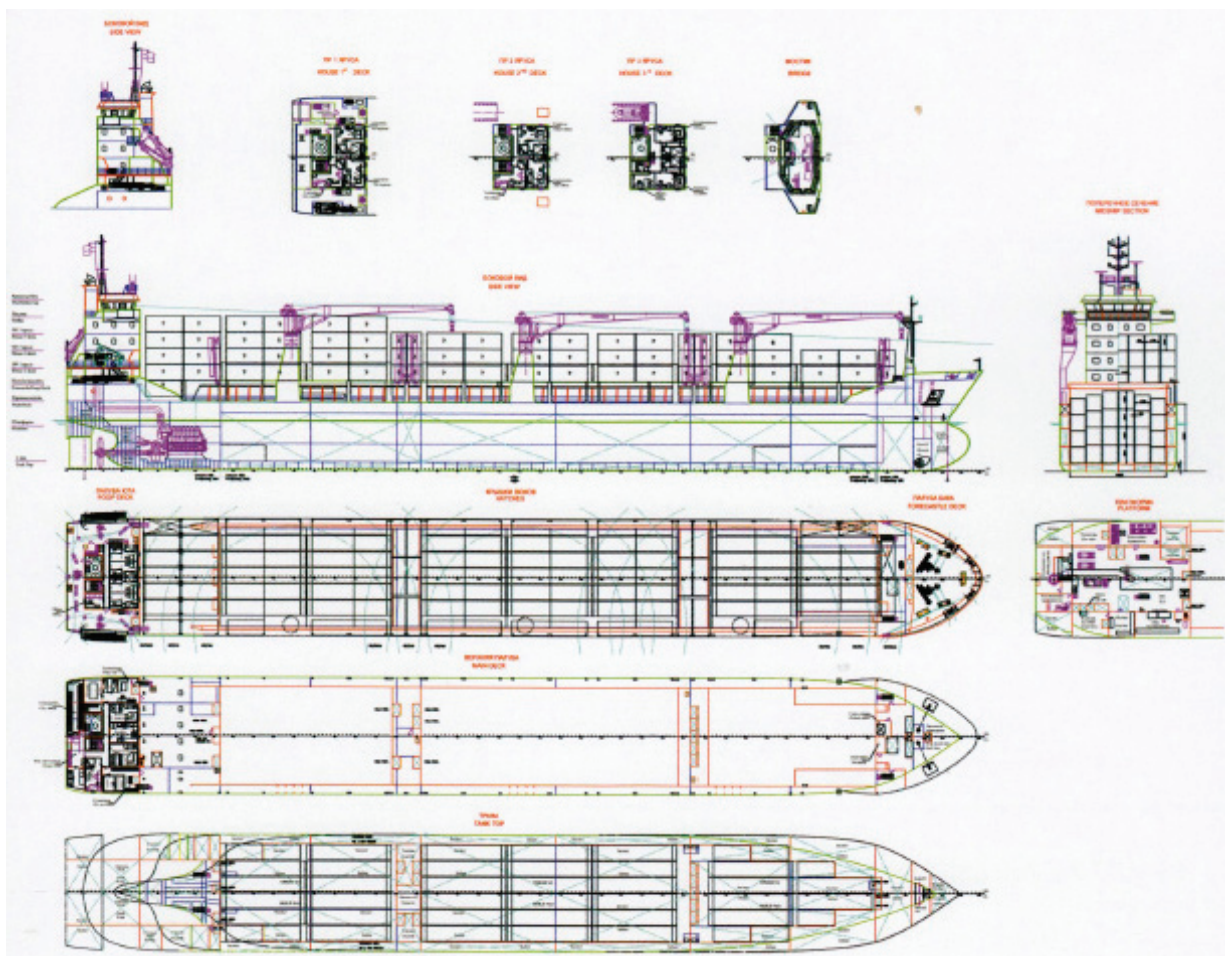


Рис. 2.49. Универсальный сухогруз:
 а — общий вид; б — общее расположение судна

Танкер-бункеровщик (Fueler — fleet replenishment tanker) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.50):

назначение — бункеровка / перевозка нефтепродуктов;

класс судна — KM Ice2 AUT1 — ICSOMBO Oil Tanker (>60°) CSR 2008;

длина наибольшая — 80,0 м;

длина между перпендикулярами — 75,7 м;

ширина — 14,8 м;

высота борта — 7,6 м;

осадка — 5,5 м;

дедвейт — 3550 м;

вместимость танков — 3840 м³.

Одновинтовой нефтеналивной теплоход с баком и ютом, отвечающий всем требованиям экологической безопасности, предназначенный для бункеровки судов на незащищенной акватории.

а)



б)

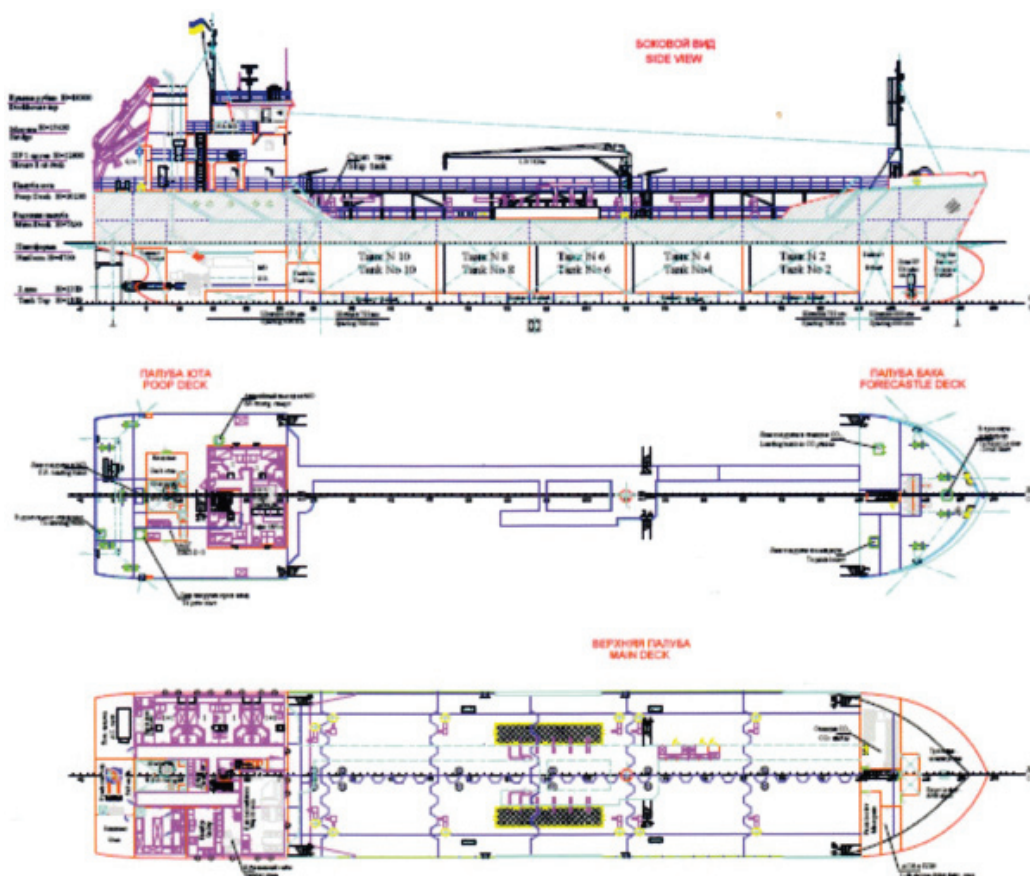


Рис. 2.50. Танкер-бункеровщик:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Танкер-бункеровщик (Fleet replenishment tanker), аналогичный по назначению и отличающийся от предыдущего проекта следующими техническими характеристиками (рис. 2.51):

класс судна — KM Arc4 1 AUT1 – Oil tanker (EPS);
 длина наибольшая — 105,2 м;
 длина между перпендикулярами — 94,0 м;
 ширина — 17,0 м;
 высота борта — 8,8 м;
 осадка — 6,5 м;

дедвейт — 6000 м;

вместимость танков — 6700 м³.

Данное судно является нефтеналивным дизель-электроходом, предназначенным для перевозки трех сортов различных нефтепродуктов и бункеровки судов с высотой надводного борта до 22 м на незащищенных акваториях. Судно предназначено для плавания в замерзающих морях Дальнего Востока и отвечает всем требованиям экологической безопасности.

а)



б)

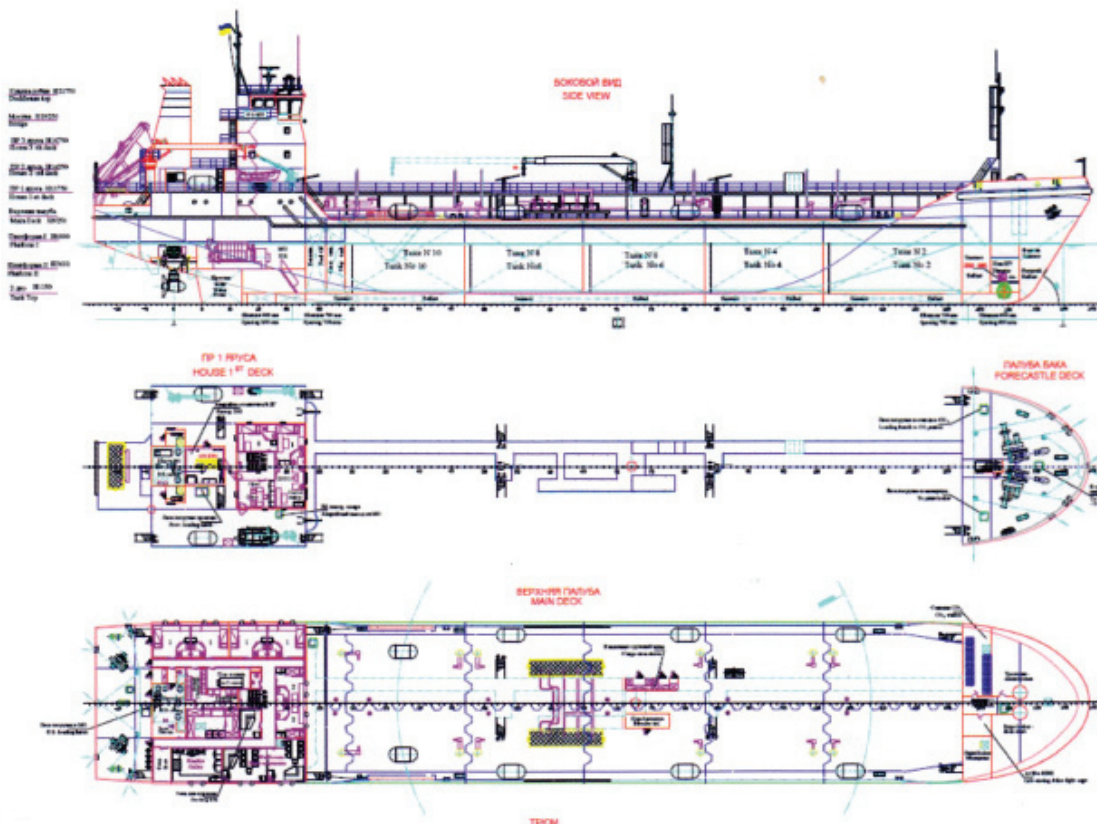


Рис. 2.51. Танкер-бункеровщик:
 а — общий вид; б — общее расположение судна

Судно типа Ro-Ro (Ro-Ro cargo ship) имеет следующие технические характеристики (рис. 2.52):

назначение — перевозка колесной техники и контейнеров;

класс судна — LR 100 A1 ICE Class 1D Ro-Ro ship LMC UMS;

длина наибольшая — 190,1 м;

длина между перпендикулярами — 169,2 м;

ширина — 25,6 м;

высота борта — 18,3 м;

осадка — 7,7 м;

дедвейт — 11800 т;

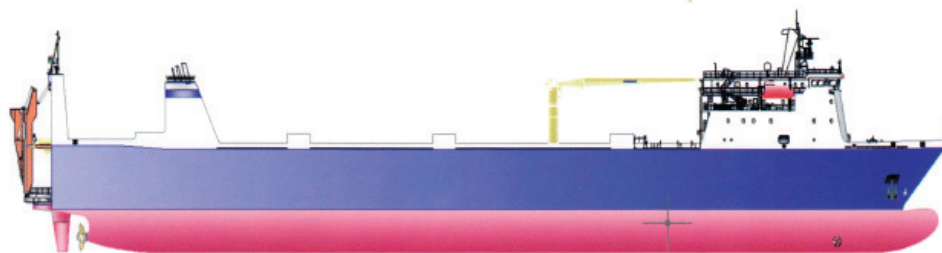
грузовместимость — 45000 м³;

скорость — 18...20 уз;

количество контейнеров — 1226 TEU.

Судно является двухвинтовым, двухпалубным с горизонтальным способом погрузки. Оборудовано кормовой рампой для въезда колесной техники, двумя подъемниками и двумя подвесными платформами для перевозки легковых автомобилей.

а)



б)

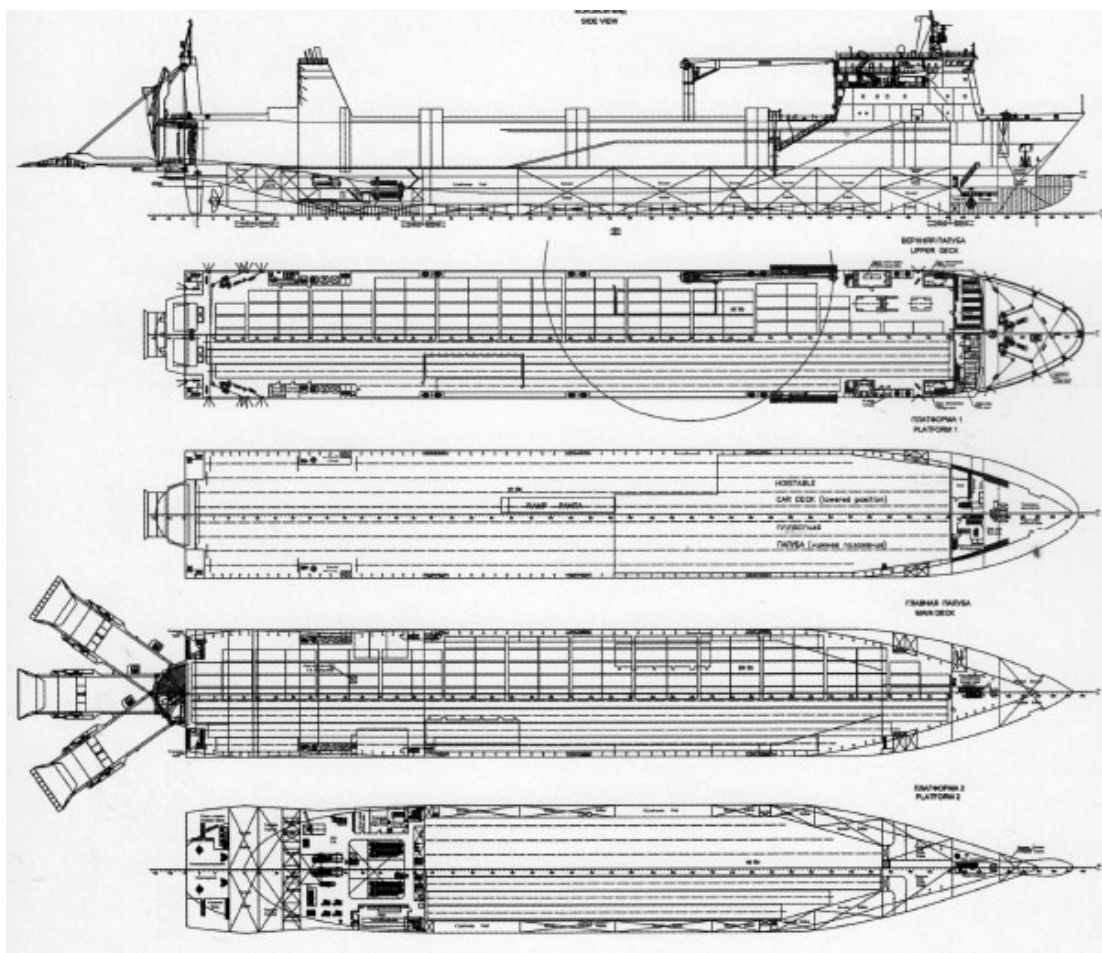


Рис. 2.52. Судно типа Ro-Ro:
а — общий вид; б — общее расположение судна

Контрольные вопросы

1. Как изменятся скоростные качества судна при увеличении значения коэффициента общей полноты судна?
2. Каким образом высота надводного борта влияет на непотопляемость судна?
3. В чем отличие чистой и полной грузоподъемности судна?
4. Каким образом масса корпуса влияет на объем судовых грузовых помещений?
5. Что должно быть отображено на чертеже общего расположения судна?
6. Чем отличается форма подводной части корпуса низкоскоростных судов от высокоскоростных?
7. В каком месте корпуса судна наносится грузовая марка?



КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОВ

3.1. Классификация судов по назначению

Рассмотрим основные типы судов и плавучих средств океанотехники в зависимости от их назначения и рода перевозимого груза. В соответствии с данной классификацией суда, как правило, делят на шесть основных категорий [1, 29]: грузовые, пассажирские, промысловые, технические, военно-морского флота и освоения континентального шельфа.

Грузовые суда:

- а) пакетированный и единичный груз:
 - контейнеровозы;
 - многоцелевые суда;
 - лесовозы;
 - суда для перевозки крупногабаритных грузов;
 - суда для перевозки крупного рогатого скота;
- б) грузы, перевозимые при низких температурах:
 - LPG/LNG газовозы;
 - рефрижераторы;
 - рыболовецкие суда;
- в) навалочный груз:
 - балкеры;
 - рудовозы;
- г) наливной груз:
 - танкеры-химовозы;
 - танкеры-продуктовозы;
- д) суда типа Ro-Ro:
 - лихтеровозы;
 - автомобильные и пассажирские паромы.

Пассажирские суда: круизные суда, пассажирские паромы, парусные и моторные яхты.

Промысловые суда: траулеры, сейнеры, дрейфтеры.

Технические суда:

- а) обслуживающие:
 - морские и портовые буксиры;
 - ледоколы;
 - лоцманские суда;
 - суда береговой охраны;

- научно-исследовательские суда;
- б) спасательные:
 - судоподъемные плавучие средства;
 - водолазные суда;
 - буксиры;
- в) строительные:
 - драги;
 - землечерпалки;
 - кабелеукладчики;
 - трубоукладчики.

Военно-морской флот: авианосцы, эсминцы, крейсера, фрегаты, тральщики, подводные лодки.

Средства освоения континентального шельфа: стационарные буровые платформы; самоподъемные буровые платформы; полупогружные буровые платформы; буровые суда; системы FPSO; суда снабжения; челночные танкеры; гидрографические суда; подводные аппараты.

3.2. Краткий обзор различных типов судов

Обзор судов и плавучих технических средств, представленный ниже, включает в себя общее описание, главные размерения и другие наиболее важные характеристики. Так, например, для судов контейнеровозов главным показателем является максимальное количество контейнеров, которое может перевозить судно за один рейс, и дедвейт. При этом для пассажирских лайнеров не так важен дедвейт, как пассажировместимость. Для буксира же важным параметром является максимальное тяговое усилие, что не так важно для землечерпалки и т.д.

Многоцелевые суда (Multi-purpose ship)

Термин «многоцелевые» означает, что данные суда способны перевозить множество различных типов грузов [24, 29]. На таких судах используются люковые закрытия, которые могут быть расположены на различной высоте относительно корпуса судна, позволяя образовывать грузовые помещения — твиндеки. Обычно комингсы лю-

ков имеют те же размеры, что и трюмы, что облегчает процессы погрузки и выгрузки. Трюмы герметизируют люковыми крышками, используя различные системы уплотнения. Такой груз, как деревянные бревна либо контейнеры может перевозиться на верхней палубе путем укладки непосредственно на крышки люков. В таких случаях высоту фальшборта, как правило, увеличивают, по сравнению с другими судами.

Многоцелевые суда способны перевозить такие грузы, как контейнеры, генеральные грузы, сухие навалочные грузы по типу зерна, лес, автомобили, а также стройматериалы.

К основным техническим характеристикам таких судов относят:

- дедвейт, т;
- вместимость трюмов, м³;
- количество контейнеров и их размеры, м;
- максимальная палубная нагрузка, т/м²;
- грузоподъемность грузовых устройств, т.

Многоцелевые суда делят на три основных типа:

- а) с собственными грузовыми устройствами (грузоподъемностью до 120 т);
- б) без собственных грузовых устройств;
- в) прибрежные торговые суда (суда типа река–море).

Масса судов с собственными грузовыми устройствами (рис. 3.1) выше, чем у таких же судов при их отсутствии. В результате, грузоместимость таких судов меньше. При этом некоторые суда не способны проходить под мостами из-за высоты грузовых кранов. Преимущество же таких судов заключается в том, что они могут обслуживаться в портах и промышленных зонах, где отсутствуют грузовые устройства.

Суда без собственных грузовых устройств (рис. 3.2) полностью зависят от их наличия в портах, в результате чего район эксплуатации таких судов резко ограничен.

Рис. 3.1. Многоцелевое судно с собственными грузовыми устройствами класса «Beluga»

(длина наибольшая — 168,68 м; ширина — 25,2 м; высота борта — 13,85 м; осадка — 9,5 м; полная грузоподъемность — 17628 т)



Рис. 3.2. Многоцелевое судно без собственных грузовых устройств «Biryuza»

(длина максимальная — 89,96 м; длина между перпендикулярами — 84,89 м; ширина — 14,5 м; высота борта — 7,5 м; осадка по ЛГВЛ — 6,4 м; дедвейт при этой осадке — 5026 т)

Прибрежные торговые суда (рис. 3.3), относящиеся к судам типа река–море, имеют возможность плавать через моря во внутренние водные пути. Такие особенности эксплуатации накладывают на эти суда следующие конструктивные ограничения: наличие малой осадки (обычно не более 3,6 м); малая воздушная осадка (примерно 6,5 м); большой объем балластных цистерн по сравнению с другими судами тех же размеров. Суда внутреннего плавания часто имеют перемещающуюся рулевую рубку. Когда судно должно проходить под мостом, рубка опускается на необходимую высоту. При этом судовые мачты также должны иметь способность к понижению высоты.

К дополнительным характеристикам таких судов относят:

- осадка в полном грузу и порожнем;
- вертикальный клиренс в полном грузу и порожнем;
- объем балластных цистерн.

Суда–контейнеровозы (Container ship)

В конце 60-х гг. на морском транспорте появился новый метод перевозки грузов в специальной таре, которая называется контейнером. Эта универсальная упаковка дает большую экономию труда во время перевозки; при стандартных размерах контейнеров и при соответствующем оборудовании судов обеспечивается очень

быстрая погрузка и разгрузка, а также наиболее рациональное использование трюмов судна.

Суда-контейнеровозы [1, 29] способны перевозить груз только в виде контейнеров. В соответствии со стандартом ISO существует два типа контейнеров: TEU и FEU, отличающихся своими размерами. TEU является двадцатифутовым контейнером с номинальной длиной 6,1 м. FEU — сорокафутовый контейнер с номинальной длиной 12,2 м. При этом грузопместимость контейнеров выросла с 1500 TEU (1966 г.) до примерно 8000 TEU (2002 г.).

Если контейнерные суда первого поколения (до 1968 г.) имели дедвейт 12...15 тыс. т и значительную по тем временам скорость почти в 20 уз, то дедвейт судов второго поколения (1969–1971 гг.) возрос до 25 тыс. т, а скорость — до 24 уз.

В дальнейшем, т.е. в 1971–1972 гг., появились контейнеровозы дедвейтом 25...50 тыс. т со скоростью 26...33 уз. Таких скоростей достигали в транспортном флоте только пассажирские суда во времена своего расцвета.

Основные характеристики контейнеровозов:

- максимальное количество контейнеров TEU или FEU;
- количество контейнеров ниже открытой палубы;
- количество ярусов контейнеров;
- наличие грузовых устройств на судне.



Рис. 3.3. Словацкое прибрежное торговое судно типа река–море «MNL AMUR»

(длина наибольшая — 115,8 м; длина между перпендикулярами — 112,4 м; ширина — 13,44 м; высота борта — 6 м; осадка в пресной воде — 4,08 м; дедвейт — 3152 т)

Различают 2 основных типа контейнеровозов:

- большие межконтинентальные (морские) — перевозят свыше 8400 TEU;
- фидерные — перевозят свыше 200 TEU.

а) *межконтинентальные контейнеровозы* (рис. 3.4) — могут заходить только в крупные порты, обычно не имеют собственных грузовых устройств. Чтобы максимально использовать грузоподъемность судов, часть контейнеров транспортируется как палубный груз. Таким образом, должна быть гарантирована определенная прочность контейнеров в условиях волнения на море. Контейнеры, транспортируемые на палубе, в зависимости от размеров укладываются в один, два, три и даже четыре ряда. От перемещений их удерживают особые фиксаторы, цепи и талрепы.

Преимущества таких судов:

- эффективная грузообработка;
- отсутствие люковых закрытий;
- высокий надводный борт;
- повышенная прочность корпусных конструкций.

Недостатки:

- высокий надводный борт оказывает неблагоприятный эффект на полную грузоподъемность судна;

– очень высокие надстройки, которые дополнительно оборудуются телевизионными камерами, установленными на носовой мачте для улучшенного обзора;

– высокая стоимость постройки судна из-за большого расхода стали.

Морские контейнеровозы классифицируют следующим образом:

– суда типа Panamax — ширина такого судна менее 32,25 м, что позволяет проходить через Панамский канал;

– суда типа PostPanamax — ширина судна более 32,5 м без возможности прохода через Панамский канал;

– суда типа Suezmax — осадка такого судна менее 19 м, что позволяет проходить через Суэцкий канал.

б) *фидерные контейнеровозы* (рис. 3.5) — малые или средние суда, перевозящие от 200 TEU, предназначенные для транспортировки груза из малых портов в большие и обратно; могут быть оборудованы грузовыми устройствами.

Часто многоцелевые суда эксплуатируются как фидерные контейнеровозы.

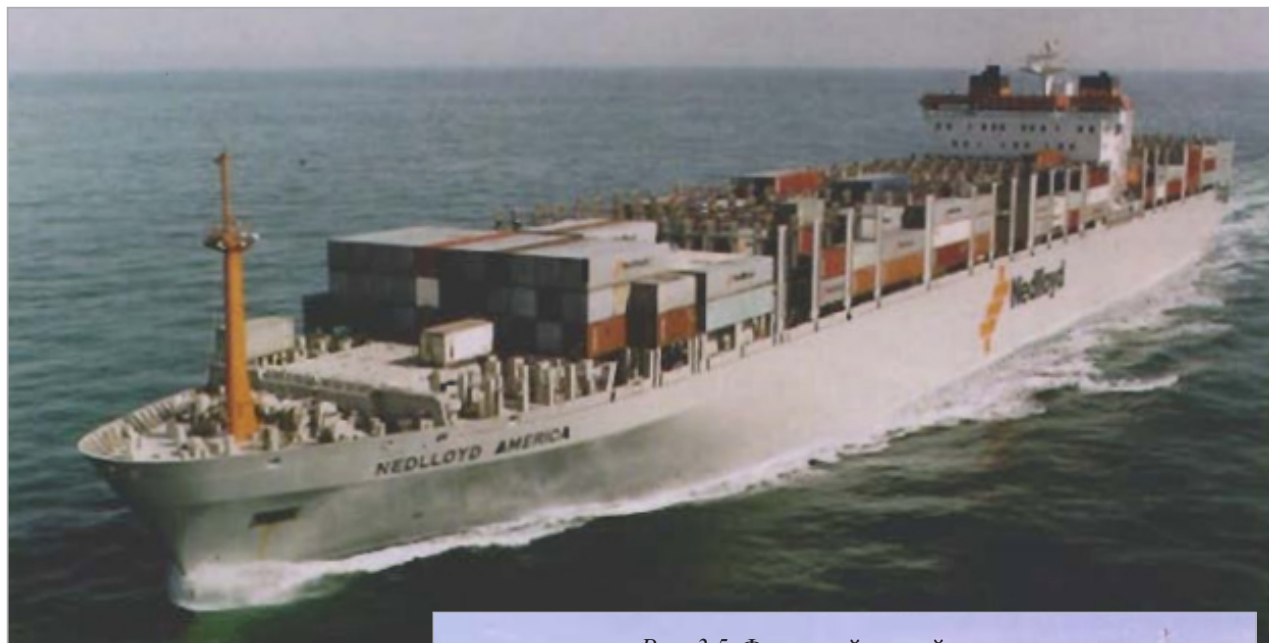


Рис. 3.4. Большой межконтинентальный контейнеровоз «Nedlloyd America» (длина наибольшая — 266 м; ширина — 32 м; вместимость контейнеров — 3568 TEU)



Рис. 3.5. Фидерный контейнеровоз

Суда для перевозки тяжелых и крупногабаритных грузов (Heavy cargo ship)

Такие суда делят на три основных типа [26, 29]:

- полупогружные тяжеловесные суда;
- традиционные тяжеловесные суда (рис. 3.6);
- доковые суда — полупогружные (рис. 3.7).

Конструкция и стабилизация таких судов позволяет им нести на себе экстремально крупные и тяжелые объекты. Полупогружные суда способны опускать главную палубу ниже ватерлинии для того, чтобы поднять крупный плавучий объект по типу буровой платформы. Традиционные суда часто оборудованы грузовыми устройствами, позволяющими поднимать на судно

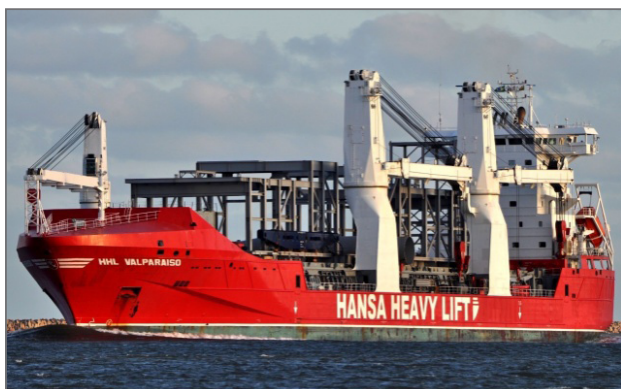
крупногабаритные грузы. Однако, когда отсутствуют такого рода грузы, суда могут функционировать как многоцелевые.

Перевозимые грузы:

- тяжелые или крупногабаритные объекты;
- законченные части фабрик;
- буровые платформы;
- генеральный груз.

Основные характеристики судов:

- грузоподъемность судна;
- максимальная палубная нагрузка;
- размеры трюмов и палуб;
- грузоподъемность кранов;
- максимальная высота груза над верхней палубой.



а



б

Рис. 3.6 – Традиционное тяжеловесное судно «NNL Valparaiso»:

а — судно в рейсе; б — судно во время разгрузочной операции

(водоизмещение — 17634 т; длина — 168,5 м; ширина — 25,2 м; осадка — 13,8 м; вместимость трюмов — 26337 м³; грузоподъемность кранов — 2×700 т)



а



б

Рис. 3.7 – Полупогружное судно-док «Blue Marlin»:

а — судно в рейсе; б — судно при заходе в порт

(полная грузоподъемность — 76000 т; площадь палубы — 11227 м²; длина наибольшая — 224,8 м; глубина погружения палубы — 13,3 м)

Рефрижераторы (Refrigerated ship)

Современные рефрижераторные суда (рис. 3.8) все чаще и чаще перевозят груз в контейнерах вместо использования традиционной тары [1]. Рефрижераторные контейнеры имеют встроенную систему охлаждения, которая подключается к судовой электросети. Вентиляция в таких контейнерах крайне важна, чтобы избежать их нагрева. Рефрижераторные контейнеры также могут транспортироваться регулярными контейнерными судами.

В случае, когда такого рода суда перевозят фрукты, необходимо контролировать не только температуру, но и состав воздуха в контейнерах с целью отслеживания процесса созревания фруктов.

Возрастающее число рефрижераторных судов берет на себя транспортировку части генеральных грузов.

По сравнению с многоцелевыми судами, рефрижераторы имеют:

- уменьшенные комингсы люков;
- большее количество твиндеков;
- грузовые устройства с ограниченной грузоподъемностью до 40 т.

Рефрижераторы способны перевозить следующие типы грузов:

- охлажденные либо замороженные фрукты и овощи;

- замороженное мясо и рыбу;
- генеральный груз;
- контейнеры (на палубе и, в редких случаях, в трюмах).

Газовозы (Gas tanker)

Газовозы – это суда (рис. 3.9), в основном, паротурбоходы, предназначенные для перевозки сжиженного газа [10]. Как правило, различают два основных вида сжиженных газов:

- сжиженный нефтяной газ (LPG);
- сжиженный природный газ (LNG).

LPG представляют собой пропан и бутан с температурой заморозки -42°C и -0.5°C при атмосферном давлении соответственно.

LNG — это смесь метана и этана с температурой заморозки -161°C при нормальном атмосферном давлении.

Грузовые танки на этих судах должны иметь хорошую изоляцию по следующим причинам:

- при нагревании утечка в танках может привести к испарению части жидкости. В результате чего уровень жидкости упадет, тем самым увеличив величину свободной поверхности жидкости. Этот факт приведет к расплескиванию жидкости внутри танка, которая может повредить стенки грузового помещения;
- при низких температурах внутри танка сталь теряет свою прочность и жесткость. Поэ-



Рис. 3.8 — Рефрижераторное судно «Santa Lucia»
(полная грузоподъемность — 8507 т; дедвейт при летней осадке — 9500 т)

а)



б)



Рис. 3.9. Суда-газовозы:

а — LPG-газовоз «Sibur»;

б — LNG-газовоз «LNG Dream»

тому крайне важно, чтобы жидкость не вступала в контакт со сталью.

Перевозимый груз: LPG, LNG, аналогичные сжиженные газы.

Основные технические характеристики:

- объем грузовых танков;
- минимально допустимая температура стенок танка;
- максимально допустимый свободный объем в танках;
- время, необходимое под погрузочно-разгрузочные операции.

Нефтяные танкеры (Crude Oil Tanker)

Танкеры предназначены для перевозки сырой нефти из грузовых портов, расположенных недалеко от нефтяных месторождений [29]. Как правило, эти суда очень крупные, их грузоподъемность достигает 500 тыс.т (рис. 3.10). Обычно количество грузовых танков ограничено примерно 15-ю плюс два отстойных танка.

Крупные нефтяные танкеры делят на следующие классы:

- сверх крупные (ULCC) дедвейтом свыше 300000 т;
- очень крупные (VLCC) дедвейтом 200000...300000 т;

– Suezmax дедвейтом 120000...150000 т;

– AFRamax дедвейтом 70000...100000 т.

Увеличение осадки крупных танкеров определяет маршрут их плавания и ограничивает количество портов, куда они могут заходить для выполнения погрузочно-разгрузочных операций.

Груз на нефтяные танкеры поступает по системе трубопроводов от береговых сооружений. Погрузка и разгрузка требует около 24...36 часов на одну операцию.

Кроме грузовой системы на танкерах имеются другие трубопроводные системы, расположенные на палубе и в танках:

– система инертных газов — предназначена для заполнения пустого пространства танков инертными газами (не содержащими кислород) после разгрузочных операций для предотвращения взрывов;

– система промывки танков — используется для удаления остатков груза с внутренних стенок танков перед ремонтом, докованием или загрузочными операциями;

– система температурного контроля отстойных танков;

– балластная система — полностью отделена от грузовой системы.



Рис. 3.10. Нефтяной танкер «European Spirit»

Когда такое крупное судно, как танкер, получает повреждение в результате аварии или посадки на мель, то огромное количество нефти попадает в океан. Поэтому Международные классификационные общества требуют, чтобы такие суда имели двойной корпус [27].

Танкеры перевозят только сырую нефть.

Основные технические характеристики:

- грузоподъемность, т;
- объем трюмов, м^3 ;
- скорость разгрузочных операций, $\text{м}^3/\text{ч}$;
- максимальная осадка в грузу, м.

Танкеры-продуктовозы (Product tanker)

Такие типы судов [29] имеют, как правило, большое количество грузовых танков общей грузоподъемностью примерно 50000 т (рис. 3.11). Система трубопроводов на продуктововах отличается от той, что установлена на нефтяных танкерах. Обычно каждый танк имеет свою собственную заполняющую и разгружающую линию в системе труб и свой собственный грузовой насос.



Рис. 3.11. Танкер-продуктовоз в Панамском канале

Перевозимый груз:

– нефтепродукты, такие как бензин, керосин, нефть, дизельное топливо, смазочное масло, битум;

– растительное масло;

– вино;

– питьевая вода.

Основные технические характеристики:

- грузоподъемность, т;
- общий объем и объем каждого танка, м^3 ;
- структура поверхности стенок танка.

Танкеры-химовозы (Chemical tanker)

Для судов-химовозов (рис. 3.12) разработаны очень строгие требования и правила, которым они должны соответствовать вследствие токсичности и воспламеняемости перевозимого ими груза [29].

Все грузовые танки отделены от:

– наружной обшивки балластными цистернами;

– переборки машинного отделения коффердамом;

– форпиковой переборки коффердамом.

Такая конструкция позволяет обезопасить экипаж и окружающую среду в случае утечки груза в одном из танков. Для предотвращения смешивания несочетающихся грузов коффердам отделяет танки с различным содержимым. При этом коффердам — это узкий сухой разделительный отсек между соседними помещениями и цистернами на судне, непроницаемый для газов и нефтепродуктов.

Полная грузоподъемность химовозов варьируется в пределах 2500...23000 т, а количество танков в поперечном направлении — от трех для судов свыше 6000 т до шести для крупнотоннажных судов.



Рис. 3.12 – Общий вид химовоза

Перевозимый груз: кислоты, щелочи, спирт, пищевые масла, хлорированные алканы, амины, мономеры, нефтехимические продукты.

Основные технические характеристики:

- грузоподъемность, т;
- количество грузовых танков;
- покрытие танков.

Балкеры (Bulk carrier)

Балкеры относятся к судам, специально разработанным для перевозки неупакованных грузов насыпью (рис. 3.13). Различают три типа балкеров [1, 29]:

– Handysize дедвейтом до 30000 т, обычно с собственными грузовыми устройствами. Перевозимый груз: руда, песок, лом, глина, зерно, лесоматериалы;

– Panamax дедвейтом до 80000 т, без собственных грузовых устройств. Груз: зерно и руда;

– Capesize дедвейтом до 160000 т, без грузовых устройств. Груз: каменный уголь, руда.

Разгрузочные операции (рис. 3.14) на балкерах производятся, как правило, с использованием грейферов. Балкеры имеют объемные верхние и нижние балластные цистерны для обеспечения достаточной осадки порожнему судну и для лучшей стабилизации судна во время рейса.

Суда, транспортирующие руду, имеют особую конструкцию. Поскольку руда очень тяжелая (плотность около $0,5 \text{ м}^3/\text{т}$), то грузовые трюмы имеют небольшие размеры и должны быть полностью загружены. При этом для предотвращения больших поперечных наклонов судна центр тяжести трюмов должен быть расположен достаточно низко.

Некоторые балкеры могут также функционировать в качестве танкеров. Такие комбиниро-



Рис. 3.13. Общий вид балкера во время погрузочно-разгрузочных операций



Рис. 3.14. Проведение разгрузочных операций рудовоза на рейде

ванные балкеры называют OBO (Ore Bulk Oil) балкер.

Перевозимый груз: уголь, руда, зерно и другие сельскохозяйственные культуры, минеральные удобрения, цемент, легкие минералы.

Основные технические характеристики:

- грузоподъемность, т;
- объем грузовых трюмов, м³.

Суда с горизонтальной грузообработкой (Roll-on/ Roll-off ship)

а) накатные суда (Ro-Ro carriers)

Для перевозки накатного груза [11] суда с горизонтальной грузообработкой (рис. 3.15) имеют сплошные палубы, простирающиеся на всю длину судна при отсутствии поперечных переборок. Результатом такой конструкции является быстрая потеря плавучести и остойчивости при попадании воды на одну из палуб в результате аварии судна. В связи с этим правила безопасности для этих судов за последние несколько лет (2003 г.) были ужесточены в части требований к делению на отсеки.

Твиндеки накатных судов регулируются по высоте. Погрузочно-разгрузочные операции осуществляются через боковые или кормовые рампы, которые также функционируют как дорожные проезды. Накатные суда оборудованы динамической антикреновой системой, которая автоматически распределяет воду между двумя противоположными балластными цистернами. Для защиты груза от смещения в плохую пого-

ду, его крепят к судну посредством специальной крепежной системы. Во время процессов погрузки и выгрузки требуется дополнительная вентиляция для избавления от выхлопных газов.

б) автомобильно-пассажирские паромы (Car and Passenger ferries)

Почти все паромы (рис. 3.16) транспортируют как пассажиров, так и колесную технику либо по внутренним водным путям, либо по морям и океанам. Суда, как правило, курсируют между двумя портами по очень плотному расписанию. Пассажиры заезжают на борт судна по рампам на собственных автомобилях. Паромы имеют такую же конструкцию палуб, что и накатные суда, а потому сталкиваются с теми же проблемами при попадании воды на палубу.

Перевозимый груз: пассажиры, легковые и грузовые автомобили, поезда, трейлеры (с контейнерами).



Рис. 3.16. Общий вид автомобильно-пассажирского парома



Рис. 3.15. Накатное судно «Stena Line»

Основные технические характеристики:

- количество легковых и грузовых автомобилей;
- длина пути, м;
- высота между палубами, м;
- количество пассажиров;
- грузоподъемность, т.

Круизные суда (Cruise ship)

Традиционные пассажирские лайнеры [29] постепенно исчезают из эксплуатации, за исключением некоторых архипелагов, таких как Филиппины и Индонезия. Международная и межконтинентальная транспортировка пассажиров сейчас почти полностью осуществляется самолетами. Современные круизные суда (рис. 3.17) используются для реализации роскошных морских путешествий в отдаленные страны и порты. На борту такого судна находится целый ряд мест для отдыха, таких как бассейны, кинотеатры, бары, казино, театры и т.п.

Перевозимый груз: пассажиры.

Основные технические характеристики:

- максимальное количество пассажиров;
- количество кают, включая размер, класс и размещение на судне.

Все круизные суда без исключения оборудованы очень хорошими кондиционерами. На-

личие скуловых килей на корпусе судна ограничивает качку судна до 2^0 при максимально допустимых 4^0 . Количество человек на борту может превышать 4000, из которых экипаж составляет половину или две трети от этого числа.

Суда для перевозки крупного рогатого скота (Cattle ship)

Такие суда предназначены для перевозки домашнего скота (рис. 3.18), такого как овцы из Австралии на Дальний Восток и коровы из Северо-западной Европы в Средиземноморье [29]. Силос и корм для скота располагают на главной или нижней палубах. Способ кормления овец, как правило, автоматический, в то время как способ кормления коров — полуавтоматический: корм механически перемещается из кормовой башни на палубу, откуда он затем доставляется животным при помощи тачки. Сеть конвейерных лент и подъемников сбрасывает навоз за борт. Обязательным требованием является кондиционирование воздуха: необходимо не менее 45 проветриваний в час. Для достижения умеренной бортовой качки такие суда имеют очень обтекаемую форму, предохраняющую животных от повреждений, когда судно начинает раскачиваться. Обтекаемая форма носовой оконечности судна также уменьшает период качки.



Рис. 3.17. Круизное судно «Holland America»



Рис. 3.18. Судно для перевозки крупного рогатого скота «Livestock Express»

Перевозимый груз: домашний скот (коровы, овцы, козы, верблюды, лошади и т.п.).

Основные технические характеристики:

- общая площадь палубы, м²;
- система стабилизации качки;
- системы жизнеобеспечения скота.

Яхты (Yachts)

Различают моторные (рис. 3.19) и парусные (рис. 3.20) яхты со вспомогательным мотором [29]. Такие суда покупаются и используются:

- частными лицами в свободное время, длина яхты достигает 10...20 м;
- состоятельными персонами для проживания, отдыха либо представительских целей;
- компаниями для представительских целей, длина яхты достигает 15 м и более;
- частными лицами или компаниями для участия в морских забегах;
- существуют также крупные яхты, используемые для фрахтования, длиной от 15 м и более.

Строительство крупных дорогих моторных и парусных яхт очень схоже со строительством



Рис. 3.19. Моторная мега-яхта «Galaxy» длиной 55,8 м

коммерческих судов, отличающееся только на завершающих стадиях.

Крупные яхты длиной от 25 м и более также называют мега-яхтами.

Перевозимый груз: отсутствует либо небольшое количество пассажиров.

Основные технические характеристики:

- главные размеры;
- общая площадь парусов и характерное оснащение;
- мощность мотора;
- количество кают и спальных мест;
- класс;
- мореходность.

Рыбопромысловые суда (Fishing ship)

а) Траулеры (Trawlers) — рыболовецкое судно, которое тянет свои сети за судном под поверхностью воды [21] (рис. 3.21).

В пелагическом промысле сети подвешены между водной поверхностью и морским дном.



Рис. 3.20. Парусная яхта «GITANA» длиной 35,97 м



Рис. 3.21. Супер траулер в процессе лова рыбы

В донном промысле сеть тянут непосредственно по морскому дну, что требует дополнительной мощности двигателя, особенно если сеть оснащена элементами для зацепления за морское дно. Конструкция и оборудование рыболовецких судов полностью зависит от способа лова и от вида рыбы.

Перевозимый груз:

- охлажденная рыба (в кусках льда);
- замороженная рыба либо моллюски.

Основные технические характеристики:

- мощность двигателя;
- объем грузовых трюмов;
- температура транспортировки;
- объем заморозки;
- способ лова;
- способы охлаждения и заморозки;
- характеристики лебедок и барабанов для сетей.

б) Другие рыболовецкие суда

Не траловые суда могут варьироваться от простых транспортных судов до рыболовецких судов, способных укладывать сети на несколько километров в длину, ожидая рыбу, заплывающую в сеть.

К таким судам относят: сейнеры, тунцеловы, крабовые суда и т.п.

Перевозимый груз:

- замороженная рыба или ракообразные;
- охлажденная рыба (в кусках льда).

Основные технические характеристики:

- тип судна;
- применяемый способ лова;
- мощность двигателя;
- объем заморозки;
- объем грузовых трюмов;
- способы обработки и хранения рыбы.



Рис. 3.22. Лов рыбы сейнером

Буксиры (Tugs)

а) Морские буксиры (Seagoing tugs)

Типичной особенностью всех буксиров [26] является заниженная кормовая часть палубы. Это предоставляет определенную свободу движения буксирному канату. Точка приложения результирующей всех сил в буксирном канате должна быть расположена недалеко от средней части судна для того, чтобы эти силы не влияли на маневренность. Буксирная лебедка имеет огромное значение, т.к. она способна передавать усилия от гребного винта на буксирный канат.

Морские буксиры (рис. 3.23) используют для следующих целей:



Рис. 3.23. Морской буксир «МВ-173»

- спасение;
- буксировка;
- укладка якорей буровых установок;
- экологическая служба.

Части незаконченных судов, плавающие обломки судов, доков, буровых установок и других крупных плавучих объектов могут быть отбуксированы данными судами. С момента появления полупогружных судов для перевозки габаритных грузов буксиры стали использоваться реже в качестве средства транспортировки. Прибрежные государства часто используют морские буксиры для предотвращения неизбежных экологических катастроф.

б) Сопровождающие буксиры (Escort tugs)

Такие буксиры используются для проводки крупных судов вдоль опасных каналов. Они получили развитие вследствие ряда серьезных аварий на судах в последние годы. Сопровождающие буксиры (рис. 3.24) эксплуатируются в закрытых прибрежных водах, а их конструкция намного прочнее, чем у морских буксиров, в результате того, что они могут толкать или тянуть крупные суда через опасные зоны, когда эффективности собственной пропульсивной установки недостаточно. Сопровождающие буксиры должны обладать высокой маневренностью, в результате чего часто оснащены азимутными подруливающими устройствами.



Рис. 3.24. Буксир во время проводки судна путем толкания

в) Портовые буксиры (Harbour tugs)

Такой тип буксиров (рис. 3.25) используется в портах, внутренних водных путях и на прибрежных территориях для:

- оказания помощи и буксировки судов в/из портов;
- оказания помощи морским буксирам, когда последние буксируют громоздкие объекты;
- спасения или оказания помощи в спасении в портах или на прибрежных территориях;
- борьбы с пожарами и экологическими катастрофами;
- слежения за тем, чтобы в порту не образовывался ледовый покров.

Основные технические характеристики:

- установочная мощность;
- тяговое усилие;
- производительность насосных станций;
- противопожарное оборудование;
- средства борьбы с загрязнениями.

Ледоколы (Icebreaker)

Ледоколы (рис. 3.26) схожи с буксирами [26]. Они зачастую полностью оборудованы устройствами для буксировки и проведения спасательных операций. Основным назначением такого рода судов является создание канала в ледовом покрове на море, в порту, реке или других внутренних водных путях. Очевидно, что корпуса этих судов способны сопротивляться плавающему льду. Носовая оконечность судна имеют специально усиленную конструкцию, а используемый при постройке материал должен быть ударостойким. Наружная обшивка должна быть свободна от протрузий, поскольку плавающий лед может легко разрезать ее конструкцию.

Покрывание судна должно быть достаточно стойким для сопротивления силам, возникаю-



Рис. 3.25. Общий вид портового буксира

щим при разбивке льда. По этой же причине к износостойкости материала наружной обшивки и гребного винта предъявляют крайне высокие требования. Лед, как правило, разбивают путем взбирания наклонного носа судна на лед до тех пор, пока вес носовой оконечности не разломит его. Некоторые ледоколы используют ядерную пропульсивную установку.

Основные технические характеристики:

- мощность двигателя;
- тяговое усилие;
- форма носовой оконечности (влияет на способ разбивки льда);
- общая масса судна (влияет на способность судна взбираться на лед).

Землечерпалки (Dredger)

а) Землечерпалка с кормовым всасывающим бункером (Trailing hopper suction dredger)

Такой тип земснарядов (рис. 3.27, а) используется для укрепления или углубления каналов и фарватеров, а также создания искусственных островов [26, 29]. Эти суда, как правило, обо-



а



б

Рис. 3.26. Ледокол «ARCTIC»:

а — вид на ледокольный нос (судно в доке); б — судно во льдах



а



б

Рис. 3.27. Землечерпалка с кормовым всасывающим бункером:
а — общий вид; б — наклонный дождь

рудованы двумя секциями всасывающих трубопроводов, которые волочатся по дну от землечерпалки. Всасывающие насосы, установленные в трюмах или трубных секциях, качают смесь воды и материалов с морского дна в трюмы. До 2003 года земснаряды могли черпать до глубины 155 м. Трюмы в таких судах называют бункерами. При этом твердый материал оседает в бункерах, а остатки воды стекают за борт. Для того чтобы черпать землю при неблагоприятных погодных условиях, трубы подвешивают на специальных кранах, за счет чего компенсируются смещения. Это является гарантией того, что патрубки остаются в контакте с морским дном.

Когда судно идет с минимальной высотой надводного борта, то оно частично разгружается. Разгрузка может быть выполнена нагнетательными насосами и через напорные трубопроводы в носу. Разгрузка также может быть выполнена с использованием форсунок, расположенных в носовой оконечности. Такой процесс называется наклонным дождем (см. рис. 3.27, б). В обоих случаях твердые отходы смешиваются с водой, в результате чего необходимо использование насосов. Когда судно достигает места сброса груза, оно разгружается через днищевые клапаны. Для упрощения такого способа разгрузки некоторые небольшие землечерпалки сконструированы в виде двухшарнирных половинок левого и правого борта, которые разделяются во время разгрузки (рис. 3.28).

Перевозимый груз: песок, гравий, илистые или глинистые почвы, ил.

Основные технические характеристики:

- производительность насоса;
- диапазон глубин;
- объем трюма (наибольший – 13000 м³);

– грузоподъемность судна.

б) Резаковая землечерпалка (Cutter suction dredger)

Для плотных типов почв, где предыдущий вид земснарядов применить сложно, используют резаковую землечерпалку [26] (рис. 3.29, а). Эти суда разгребают морское дно поворотным резаком и часто используются при разработке новых портов и водных путей. Резаковая землечерпалка может быть оборудована собственной силовой установкой, но такое бывает не всегда. Земляные столбы используются для временного удержания судна (рис. 3.29, б). Землечерпалка, перемещаясь колебательными движениями, углубляет дно. Разрыхленная почва откачивается через специальные насосы и гибкие трубопроводы в место назначения. Почва также может быть откачана на баржи, транспортирующие груз на большие расстояния. Резаковые землечерпалки никогда не оборудуют бункерами.



Рис. 3.28. Землечерпалка с раскрывающимся корпусом

а)



б)

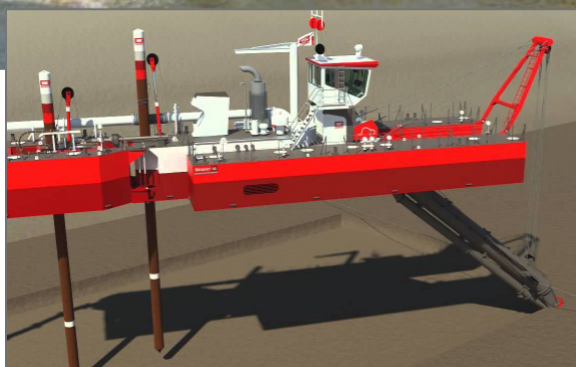


Рис. 3.29. Резаковая землечерпалка:
а — общий вид; б — установка на дне

Основные технические характеристики:

- крутящий момент и мощность резака;
- производительность насоса;
- наличие силовой установки;
- наличие поперечных подруливающих устройств;
- длина и максимальная глубина всасывающей головки.

Кабелеукладчики (Cablelaying ships)

Суда-кабелеукладчики (рис. 3.30) могут прокладывать один или более кабелей по морскому дну [26]. Эти суда полностью оборудованы по своему назначению. Они также способны ремонтировать поврежденные кабели. Решающее значение в процессе укладки кабеля имеет его расположение на морском дне, соответствующее положению на карте. Более того, в период соединения кабелей судно должно сохранять свое положение. Для этих целей кабелеукладчики всегда оборудованы множеством средств для корректировки своего положения, в том числе



а



б

Рис. 3.30. Судно для укладки кабелей:
а — в порту; б — в процессе работы

и азимутными движителями в сочетании с системой динамического позиционирования и слежения.

Перевозимый груз: новые и старые кабели, оборудование для ремонта.

Основные технические характеристики:

- грузоподъемность судна;
- мощность двигателя;
- элементы установки систем динамического позиционирования и слежения.

Средства освоения континентального шельфа

По мере того, как население планеты продолжает увеличиваться, а использование энергии в бытовых целях все возрастает, повышается и наша зависимость от энергии. Как следствие, на сегодняшний день нефть и газ являются нашими самыми главными источниками энергии.

В 1897 году были сделаны первые шаги в буровой деятельности — было осуществлено успешное бурение на глубине примерно 90 м на континентальном шельфе Южной Каролины. Ровно 50 лет спустя 4 ноября 1947 года первая реальная добыча нефти была осуществлена в Мексиканском заливе в девяти морских милях от берега на глубине примерно шести метров. С тех пор прогресс был революционным.

Сейчас добыча нефти и газа осуществляется более чем 40 странами мира в сотнях километров от берега на все возрастающих глубинах.

Остановимся коротко на различных типах средств освоения континентального шельфа [4, 5, 20, 26, 29].

а) Сейсморазведочное судно (*Seismic Survey Vessel*)

Назначением такого рода судов (рис. 3.31) является получение детальной информации нефтяными компаниями для проведения буровых работ. Полученная информация является результатом анализа отраженных от морского дна звуковых волн. Для получения такой информации звуковые волны излучаются судном с помощью пневматических орудий, после чего отраженные волны собираются набором детекторов посредством длинных кабелей (также называемых стримерами), буксируемых за судном (рис. 3.31, б).

б) Самоподъемные буровые установки — СПБУ (*Jack-ups or Jack-up drilling rig*)

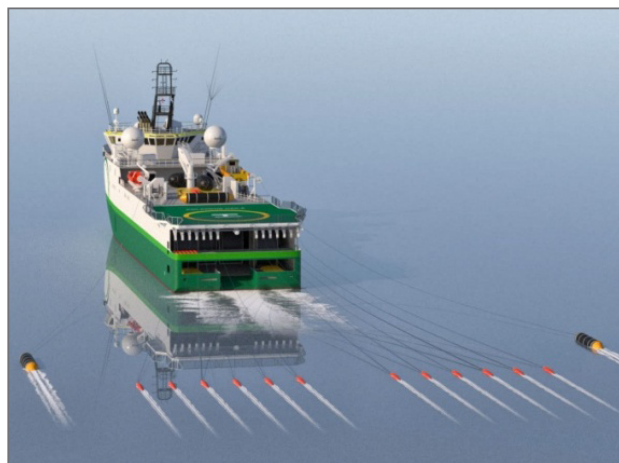
СПБУ (рис. 3.32) используются для разведочного бурения на глубинах от 10 до 150 метров. Самоподъемная платформа, буксируемая к месту эксплуатации, может иметь треугольную либо четырехугольную форму в плане. На месте эксплуатации платформа поднимается по опорным колоннам, закрепленным на морском дне, на необходимую высоту (рис. 3.33). Трехопорные СПБУ используют для разведочного бурения, а четырехопорные — для буровых работ. Транспортировка СПБУ на большие расстояния осуществляется буксирами либо судами для перевозки крупногабаритных грузов (см. рис. 3.6, 3.7).

в) Буровое судно (*Drilling ship*)

Буровые суда (рис. 3.34) используются для бурения разведочных и эксплуатационных скважин на средних глубинах (от 150 до 3000 м). Со-



а



б

Рис. 3.31. Сейсморазведочное судно:
а — общий вид; б — судно во время разведочной операции

временное буровое судно способно развивать в среднем скорость хода до 14 узлов. Данное плавучее сооружение идеально подходит для бурения последовательных скважин в различных точках мира.

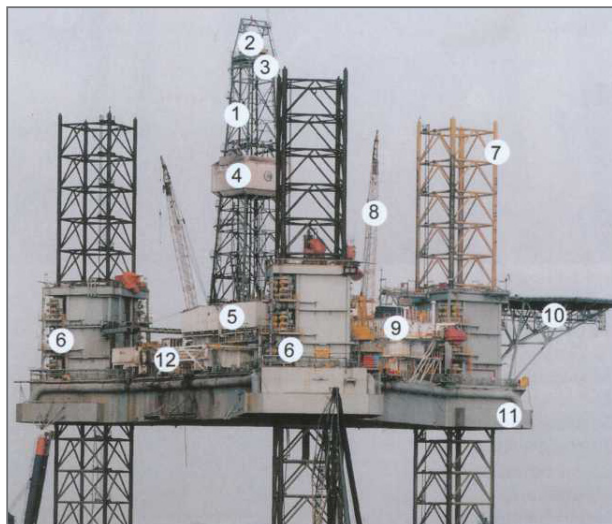


Рис. 3.32. Трехопорная СПБУс поднятым основанием:

1 — буровая вышка; 2 — А-образная рама; 3 — верхнее основание; 4 — рабочий полук; 5 — основание буровой вышки; 6 — устройство подъема опор; 7 — опорная колонна; 8 — палубный кран; 9 — жилой модуль; 10 — вертолетная площадка; 11 — палубные цистерны и рабочее пространство; 12 — консоль подвышечного портала

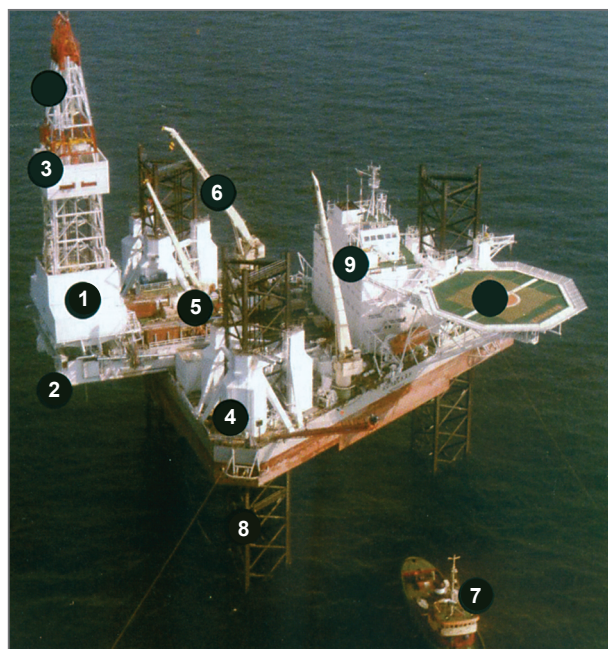


Рис. 3.33. Трехопорная СПБУ в положении бурения:

1 — основание буровой вышки; 2 — консоль (аутригер); 3 — буровая вышка; 4 — устройство подъема опор; 5 — стеллажи для хранения труб; 6 — бортовой кран; 7 — судно снабжения; 8 — опорные колонны; 9 — жилой модуль, вертолетная площадка, спасательные станции



Рис. 3.34. Буровое судно:

1 — буровая вышка; 2 — основание буровой вышки; 3 — стеллажи для хранения труб; 4 — судовой кран; 5 — жилой модуль, вертолетная площадка, спасательные шлюпки

Для стабилизации своего положения на протяжении проведения буровых операций суда используют либо якорную систему, либо систему динамического позиционирования в зависимости от рабочей глубины.

г) Полупогружные буровые установки — ППБУ (Semi-submersible drilling unit)

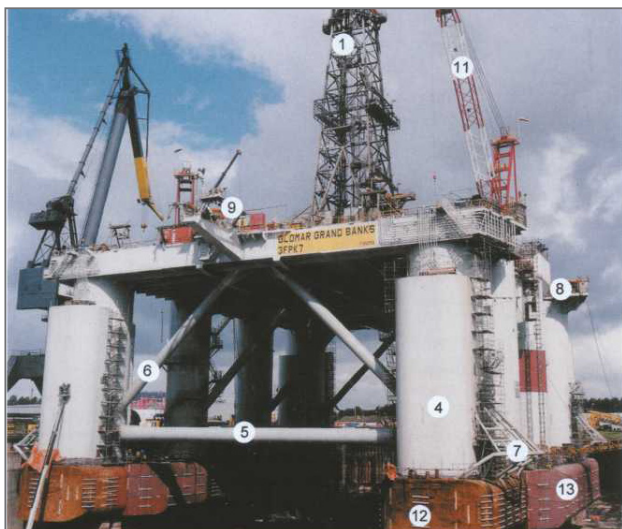
ППБУ (рис. 3.35) используются для бурения разведочных и эксплуатационных скважин на глубинах от 150 до 3500 м.

Заякоренные платформы могут работать на глубинах до 1500 м. Платформы с динамическим позиционированием работают независимо от рабочей глубины (достигают 3500 м).

Главное преимущество платформ полупогружного типа по сравнению с традиционными буровыми судами — лучшая стабилизация при качке в суровых условиях окружающей среды, что увеличивает период выполнения буровых операций.

д) Крановые суда (Crane Vessels)

Среди средств освоения континентального шельфа существуют также полупогружные баржи или плавучие средства, оборудованные одним или двумя тяжеловесными кранами. Самые крупные крановые суда называются полупогружными крановыми судами (Semi-submersible crane vessels). Максимальная грузоподъемность одного крана на 2003 г. составляет 7000 т. Такого рода плавсредства используются для транспортировки и установки крупных модулей (весом свыше 12000 т) стационарных буровых платформ. Основание платформы опускают на морское дно крановыми судами перед установкой верхних модулей. После установки основание прочно закрепляется на морском дне посредством стальных свай.



а



б

Рис. 3.35. ППБУ:

а — у причала; б — в рабочем состоянии;

1 — буровая вышка; 2 — верхнее основание; 3 — колонны; 4 — цистерны; 5 — прямые раскосы; 6 — диагональные раскосы; 7 — якорные стойки; 8 — якорные лебедки; 9 — спасательная станция; 10 — спасательная шлюпка; 11 — палубные краны; 12 — понтоны; 13 — дополнительная плавучесть

В последнее время крановые суда также используются для снятия с места эксплуатации буровых платформ, когда резервы нефти или газа истощены. Некоторые крановые суда также имеют средства для укладки труб (рис. 3.36).

е) Стационарные буровые платформы (Fixed Production Platforms)

Стационарные буровые платформы собирают на берегу и транспортируют на баржах к их конечному месту эксплуатации в море, после



а



б

Рис. 3.36. Полупогружное крановое судно для подъема тяжелых модулей и укладки труб:

а — общее устройство; б — в процессе установки платформы

1 — подъемная башня для укладки труб; 2 — кран грузоподъемностью 3000 т; 3 — кран грузоподъемностью 4000 т; 4 — А-образный кран; 5 — грузовая стрела; 6 — баржа; 7 — буксир; 8 — жилые помещения, вертолетная площадка, спасательные станции; 9 — уложенные на палубе трубы

чего их устанавливают и доделывают для осуществления нормальной добычи нефти/ газа. Такие платформы можно разделить на следующие элементы (рис. 3.37):

- стальное или бетонное основание;
- палуба;
- жилые модули;
- буровая вышка;
- вертолетная площадка.

Большинство стационарных платформ установлено на глубинах примерно 20...150 м. Самая высокая когда-либо построенная платформа такого типа работает на рабочей глубине 412 м.

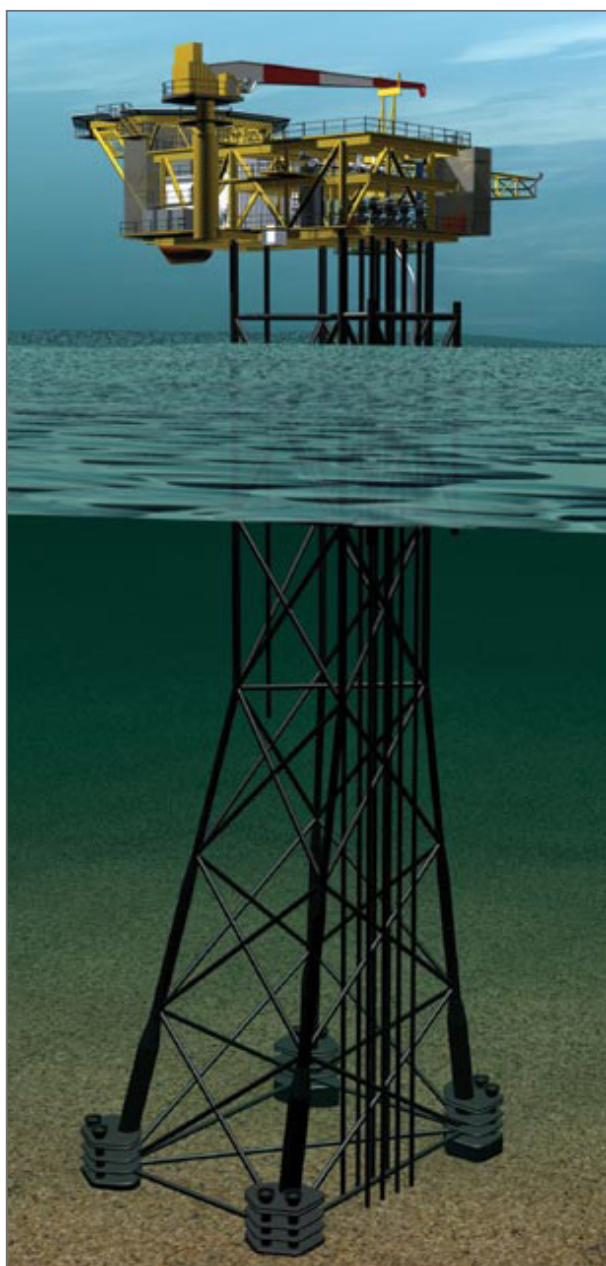


Рис. 3.37. Стационарная буровая платформа

ж) Платформы с предварительно натянутыми гибкими связями (*Tension Leg Platform — TLP*)

TLP-платформы (рис. 3.38) используются для буровых и производственных целей. Такие плавучие средства схожи с полупогружными буровыми установками и закреплены на морском дне посредством натянутых стальных тросов. Плавучесть верхнего основания платформы позволяет натягивать тросы. Экономическое преимущество платформ с натянутыми связями по сравнению со стационарными платформами заключается в возможности их использования на больших глубинах. В случае, если добыча в определенной области снижается, данная платформа может быть использована на других месторождениях.

з) Плавучая эксплуатационная система — FPSO (*Floating production storage and offloading vessel*)

FPSO — это плавучее средство, которое устанавливают на закрытых акваториях нефтяных и газовых месторождений для добычи, обработки, хранения и перегрузки нефти или газа на челночные танкеры (рис. 3.39). Такие системы непосредственно соединены с нефтяными или газовыми месторождениями.

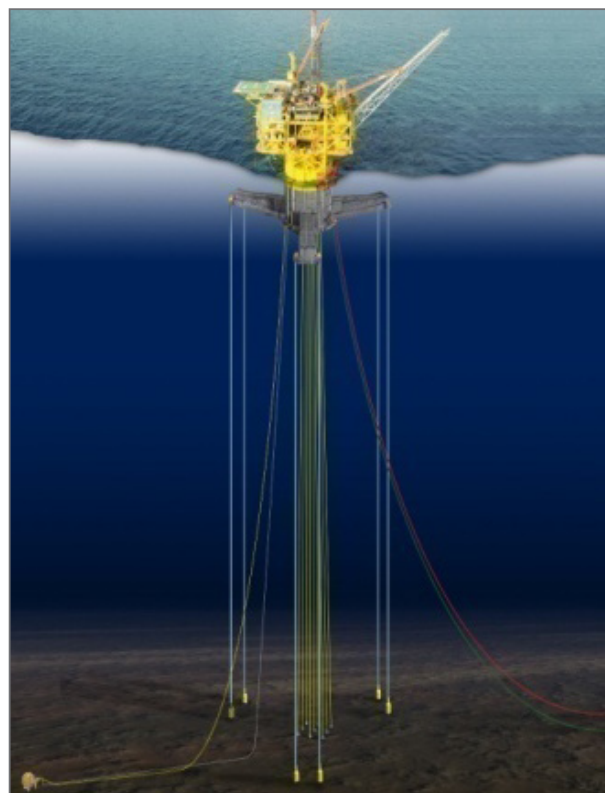


Рис. 3.38. Буровая платформа типа TLP



Рис. 3.39. Плавучая эксплуатационная система FPSO:

1 — внутренние буровые вышки; 2 — ферменная стрела с пламенем наверху; 3 — верхние строения; 4 — надстройка / вертолетная площадка; 5 — перегрузочный шланг; 6 — челночный танкер

и) Челночный танкер (Shuttle Tanker)

При недостатке производственных мощностей для транспортировки нефти от плавучих эксплуатационных систем к береговым терминалам необходимы челночные танкеры, общее устройство которых представлено на рис. 3.40.

к) Судно-трубоукладчик (Pipelaying vessel)

Для укладки подводных нефтяных и газовых трубопроводов используются плоскодонные баржи с пассивной либо динамической системой позиционирования, а также полупогружные и традиционной формы трубоукладочные плавучие средства (рис. 3.41).



Рис. 3.40. Челночный танкер в сухом доке:

1 — носовая грузовая станция с якорно-швартовным оборудованием; 2 — грузовые линии; 3 — вертолетная площадка; 4 — жилая надстройка; 5 — грузовые танки под верхней палубой

Большинство трубоукладочных барж оборудованы тяжеловесными кранами для проведения установочных работ. Трубы подаются на трубоукладочные суда посредством судов снабжения и перегружаются непосредственно кранами. После чего секции укладывают на временные стеллажи для труб. На главной палубе судна осуществляется соединение труб между собой и их покрытие. После сварки трубных секций перед укладкой их на морское дно осуществляется контроль прочности и целостности. При укладке труб на дно водоема их опускают горизонтально с накопительного барабана.

Такой способ используется на мелководье и на больших глубинах (максимальная глубина 1600 м).



Рис. 3.41. Судно-трубоукладчик:

1 — наклонный барабан на башне; 2 — накопительные барабаны для гибких труб; 3 — эстакада для жестких секций труб; 4 — бортовой кран; 5 — палубная надстройка

л) Суда снабжения буровых платформ (Platform Supply Vessel)

Суда снабжения (рис. 3.42) используются для доставки топлива, бурового раствора, пресной воды, бурового оборудования и труб к или от буровых платформ, а также другим плавучим средствам (в том числе доставка труб к трубоукладочным судам).

Во время проведения операций снабжения данный тип судов удерживается на своей позиции посредством использования либо якорной системы, либо системы динамического позиционирования. Помимо снабжения суда выполняют и другие функции: пожаротушения и буксировки плавучих объектов. Для выполнения буксировочных операций снабженцы развивают высокую тяговую мощность. Часто такие суда также выполняют операции по укладке якорей. Суда снабжения характеризуются наличием



Рис. 3.42. Судно снабжения буровых платформ

надстройки и рубки, расположенных в носовой части судна, а также удлиненной плоской палубой в кормовой части. На этих судах отсутствует вертолетная площадка и грузовые краны, поскольку буровые платформы и суда имеют свои собственные грузовые краны для подъема груза с палубы снабженца. Такие суда характеризуются также наличием накопительных танков под верхней палубой.

Контрольные вопросы

1. В чем состоят основные отличия в конструкции наливных и сухогрузных судов?
2. Какие функции могут выполнять технические суда?
3. Какой тип груза способны перевозить судохимовозы?
4. Каким образом осуществляется охлаждение грузов в рефрижераторных судах?
5. Что отличает морской паром от других грузовых судов с точки зрения непотопляемости?
6. Что подразумевается под понятием «континентальный шельф»?
7. Какие плавучие технические устройства можно отнести к средствам освоения континентального шельфа?

КОНСТРУКЦИЯ СУДОВЫХ СЕКЦИЙ

4.1. Грузовые трюмы (Holds)

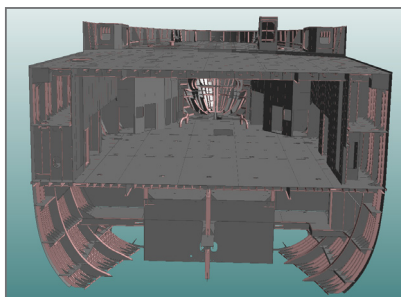
На первый взгляд трюмы не представляют особого интереса. В самом общем смысле, это огромные пустотелые пространства прямоугольной формы (рис. 4.1) без видимых балок набора (шпангоутов, флоров и т.д.) [1, 29].

Однако грузовой трюм имеет огромное значение. Количество перевозимого груза является решающим фактором для повышения грузоподъемности судна.

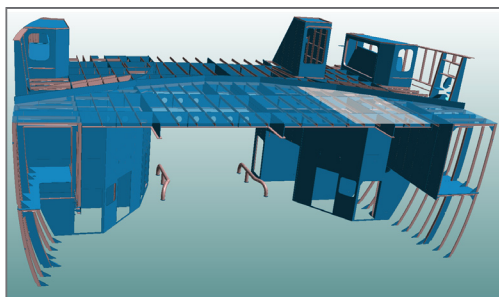
Стенки большинства трюмов обычно плоские (рис. 4.2). При этом на балкерах отдельные части трюма, кроме тех, что расположены под



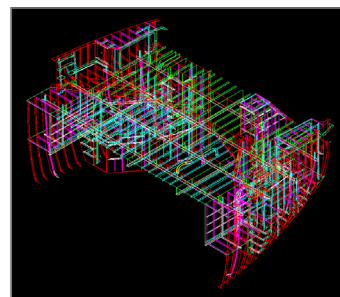
a



б



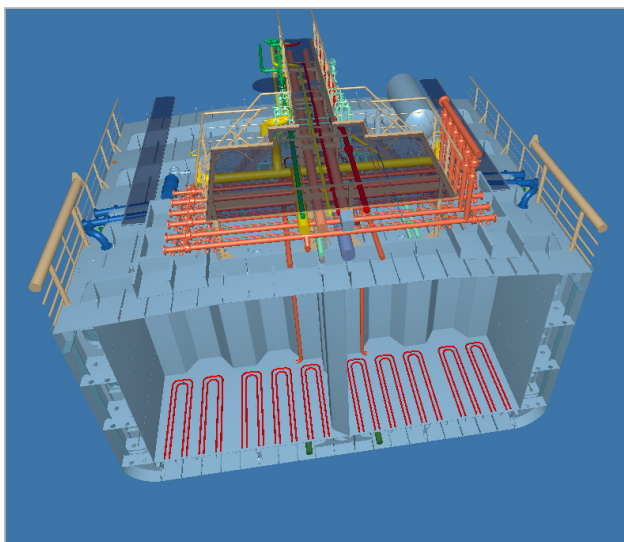
в



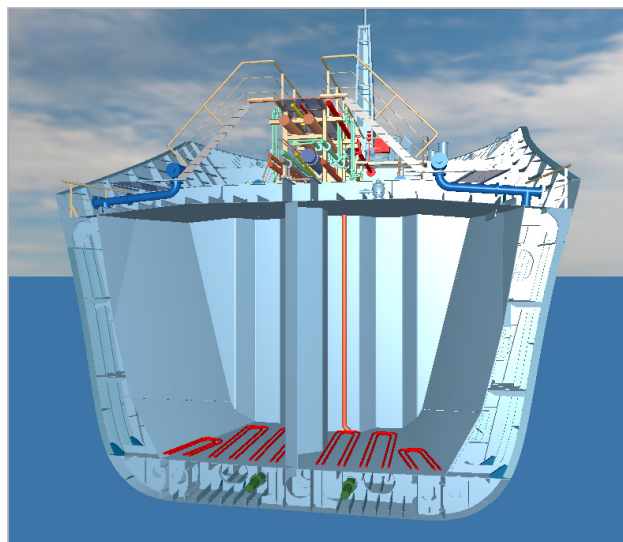
г

Рис. 4.1. Грузовой трюм:

a — в момент сборки судна на стапеле; *б* — трехмерная модель судовой секции; *в* — трехмерная модель секции без наружной обшивки; *г* — изометрическая проекция, созданные в процессе проектирования корпуса судна в системе Nupac-Cadmatic



а



б

Рис. 4.2. Грузовой трюм танкера с продольной гофрированной переборкой:
а — вид на настил второго дна; б — вид на поперечную гофрированную переборку

люковыми закрытиями, выполняются в виде наклонных конструкций. Это делается с той целью, чтобы груз ссыпался в просвет под люковым вырезом, где грейфер может его захватить во время погрузочно-разгрузочных операций. Кроме того, суда-балкеры имеют утолщенную верхнюю часть трюма для компенсации износа в результате ударов грейфера.

На многоцелевых судах судовладельцы предпочитают наличие единственного трюма очень больших размеров. На основе типа перевозимого груза экипаж судна решает, каким образом поделить трюм. При этом грузовой трюм делят подвижными переборками, расположенными либо горизонтально, либо вертикально. Переборки крепят к стенкам трюма. Правила безопасности, касающиеся остойчивости аварийного судна, требуют, чтобы одна или более подвижных переборок всегда находились в одном положении. Количество поперечных рам зависит от длины судна.

Боковые стенки и верхняя часть трюмов имеют лазы для обеспечения возможности контроля за их состоянием. Влажность в трюмах регулируется посредством вентиляции, рециркуляции и/или использования сушилок.

Трюмы ячеистых контейнеровозов поделены на множество отсеков, каждый из которых может вмещать в себя от 20 до 40 контейнеров в носовом и кормовом направлениях. Ячейки отделены друг от друга направляющими. На протяжении погрузочно-разгрузочных операций контейнеры перемещают в вертикальном направлении по-

средством направляющих. К тому же, направляющие должны удерживать груз на месте.

Большинство грузовых отсеков многоцелевых судов имеют форму коробки. Это значит, что трюм имеет прямоугольную форму, а грузовое пространство не имеет искривлений. Это имеет огромное значение для укладки контейнеров.

Грузовое пространство танкеров поделено водонепроницаемыми переборками на большое количество отдельных танков, каждый со своим собственным входным люком, лестницей для спуска в танк, вентиляционной трубой, заполняющими и разгружающими трубопроводами или собственным насосом (в зависимости от типа груза).

Каждый танк имеет устройство для измерения температуры, устройство нагрева для контроля температуры груза, а также средства для чистки танков. Внутренняя поверхность танка покрыта краской, устойчивой к воздействию перевозимого груза, либо выполнена из нержавеющей стали. Кроме того, в зависимости от размеров судна, на палубе могут быть дополнительные пространства для транспортировки материалов, инструментов либо людей (в случае аварий).

Внутренняя часть танков подкреплена балками набора очень малых размеров во избежание накопления грязи на стенках. Подкрепления переборок находятся со стороны окружающих балластных танков, поэтому разделительные переборки между грузовыми танками часто выполняют гофрированными (см. рис. 4.2).

4.2. Кормовая оконечность (Aft ship)

На большинстве судов к основным отсекам в кормовой части относятся машинное отделение и жилая надстройка [1]. Кроме этого, там могут также располагаться рабочие места, складские помещения и топливные либо балластные танки. Ахтерпик — это часть судна, ограниченная ахтерпиковой переборкой, кормой судна и верхней палубой. Через ахтерпик проходит гребной вал из машинного отделения. Для увеличения прочности ахтерпик подкреплён флорами.

Кормовая секция (рис. 4.3–4.4) — это секция судна, расположенная над ахтерпиком. Румпельное отделение является частью данной секции. От румпельного отделения вниз проходит баллер, на котором подвешено перо руля. Ось баллера проходит через кормовой перпендикуляр судна.

4.3. Машинное отделение (Engine room)

Машинное отделение (МО) — это отсек (рис. 4.5–4.6), который в большинстве случаев простирается по всей ширине судна [1]. Однако на танкерах и балкерах часто делают по бортам бункерные танки, поэтому в таких случаях МО не охватывает полную ширину судна. Задняя и передняя стенки машинного отделения представлены двумя водонепроницаемыми переборками: носовая переборка МО и, если машинное отделение расположено в кормовой оконечности судна, — ахтерпиковая переборка.

В корпус машинного отделения встроено несколько кран-балок с ручными либо электрическими полиспастами для перемещения вспомо-

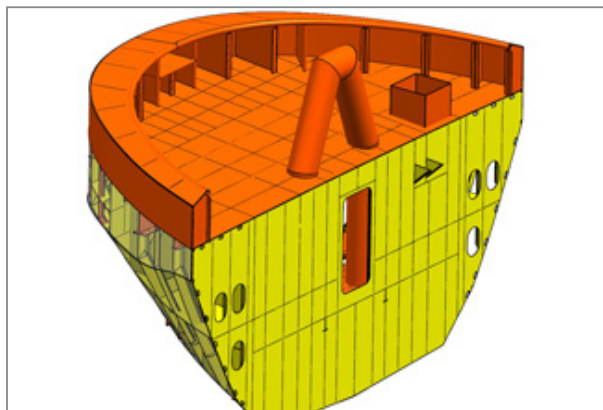


Рис. 4.3. Трёхмерная модель кормовой секции корпуса судна (вид на ахтерпиковую переборку)

могательных инструментов или частей главного двигателя. Воздействие качки и давления окружающей среды приводит к использованию рамных шпангоутов в сочетании с рамными бимсами и пиллерсами, если таковые необходимы.

Фундаменты под главный и вспомогательные двигатели должны выдерживать местные вибрационные нагрузки и общие нагрузки на корпусные конструкции. При этом фундамент должен удерживать двигатель от перемещения при наклонениях и качке судна, а также способствовать выравниванию с валом гребного винта.

Высота двойного дна в районе машинного отделения в ряде случаев больше, чем остальных днищевых секций, что делается с целью размещения гребного вала. Точное положение вала в корпусе судна определяется диаметром гребного винта. В случае, если высота двойного дна в МО не отличается от других днищевых секций, высота фундамента под двигатель должна быть увеличена.

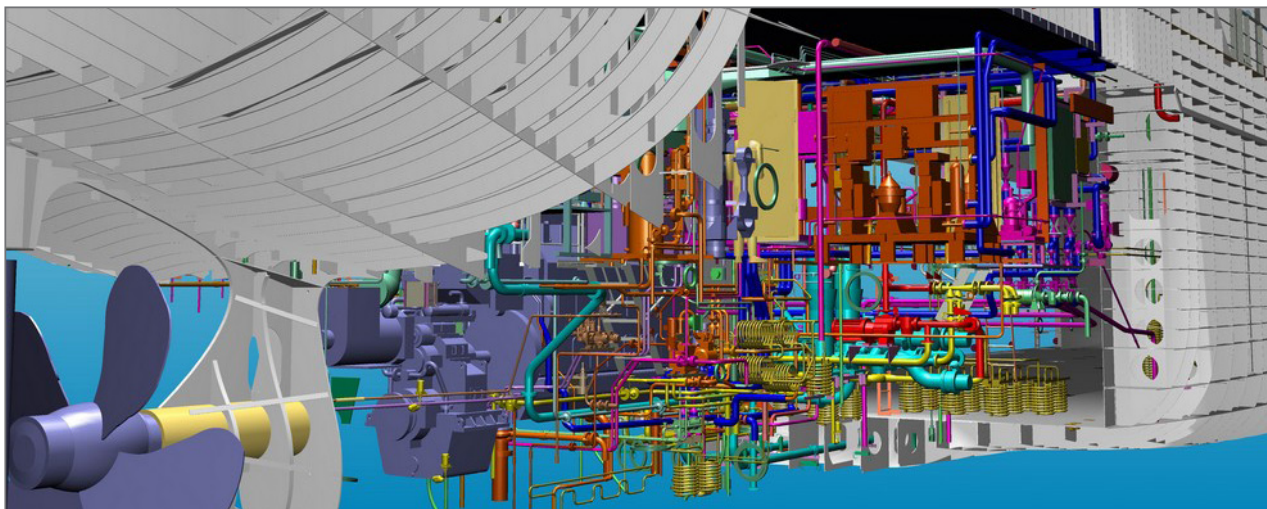


а

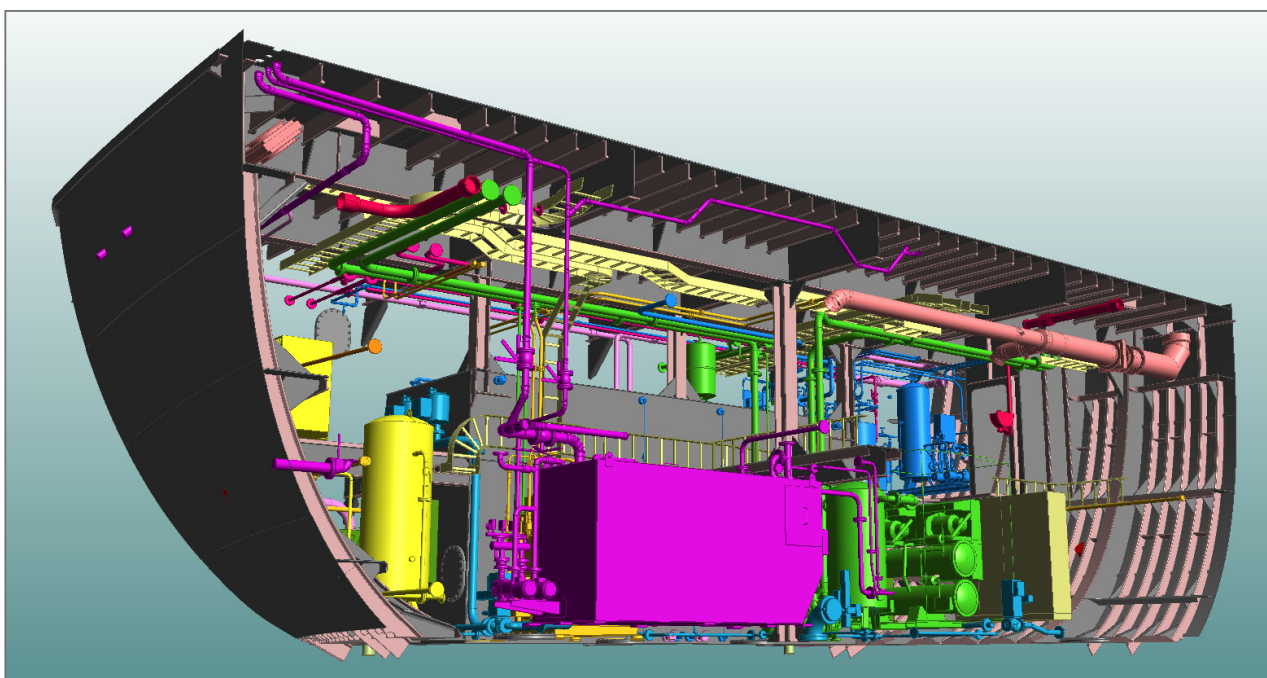


б

Рис. 4.4. Кормовая оконечность судна:
а — установка на судно; б — вид на корму готового судна

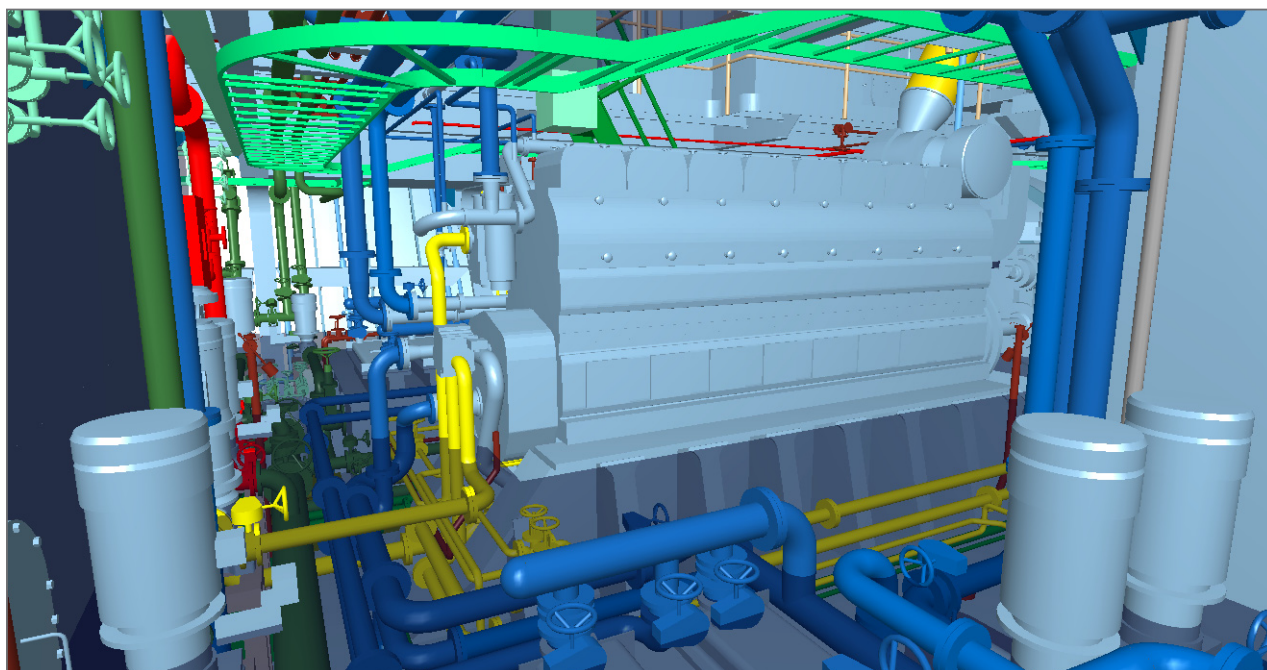


a

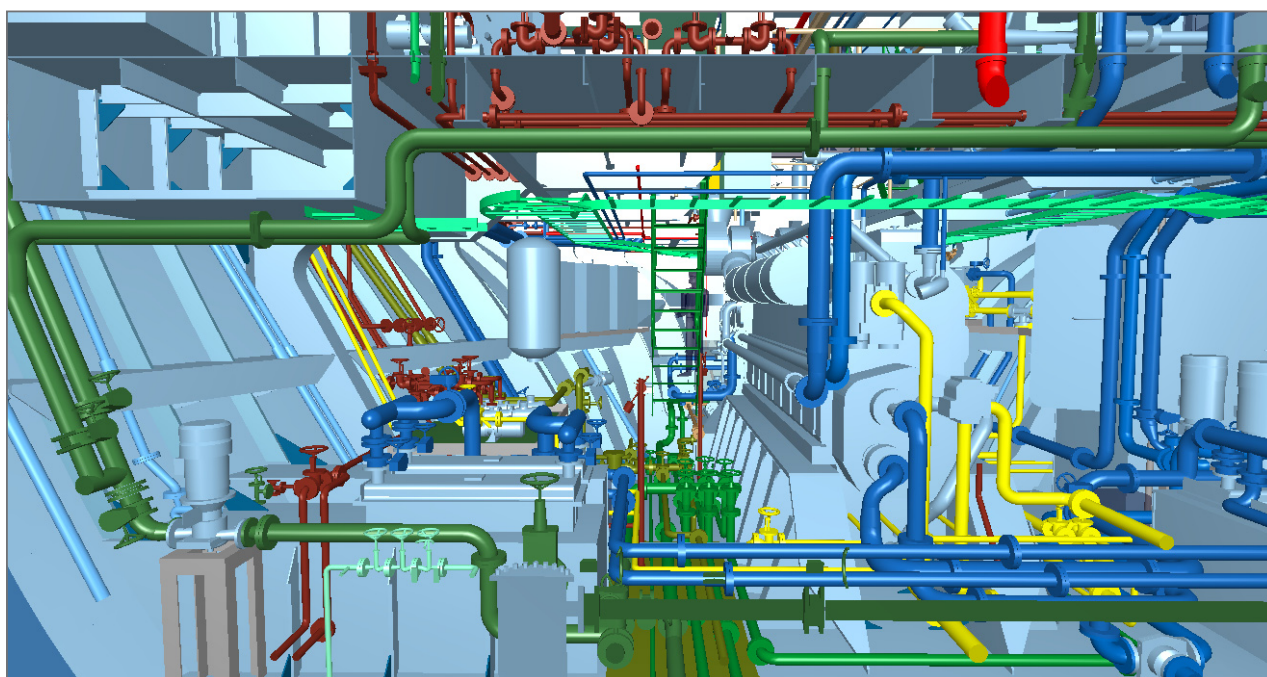


б

Рис. 4.5. Трехмерная модель машинного отделения, выполненная в системе Nupac-Cadmatic:
a — расположение в корпусе судна; *б* — отдельный блок машинного отделения с оборудованием и системами



a



б

*Рис. 4.6. Устройство машинного отделения:
 а — вид на главную энергетическую установку; б — вид на судовые системы*

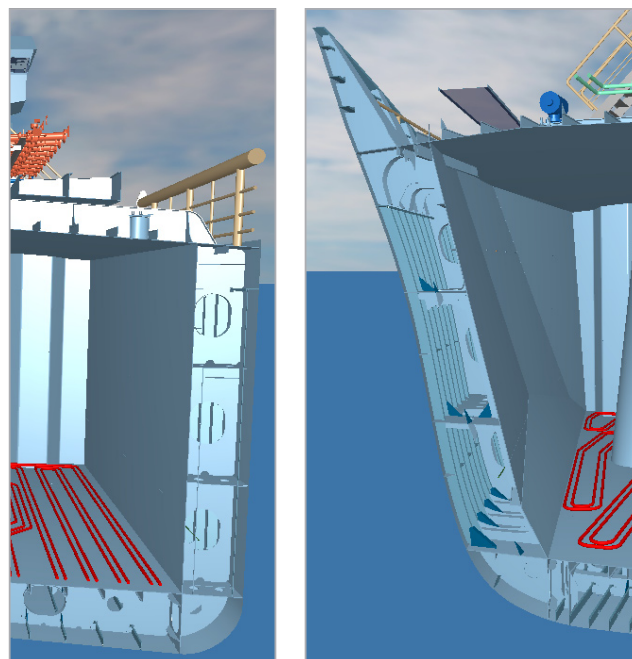
4.4. Двойное дно и двойной борт (Double bottom and double side)

Двойное дно и бортовые танки [1] объединены в данном пункте, поскольку они выполняют аналогичные функции. Бортовые танки (рис. 4.7) расположены по бортам судна над двойным дном (рис. 4.8).

К функциям двойного дна и бортовых танков относят:

- повышение поперечной и продольной прочности корпуса судна;
- дополнительная безопасность в случае повреждения днищевой обшивки в случае столкновения либо посадки на мель;
- хранение балластных вод для того, чтобы гребной винт полностью находился под поверхностью воды даже у порожнего судна; также способствует повышению остойчивости судна;
- хранение топлива;
- компенсация неравномерных нагрузок.

Если судно оборудовано крено-дифференциальным насосом, то время перекачки балластных



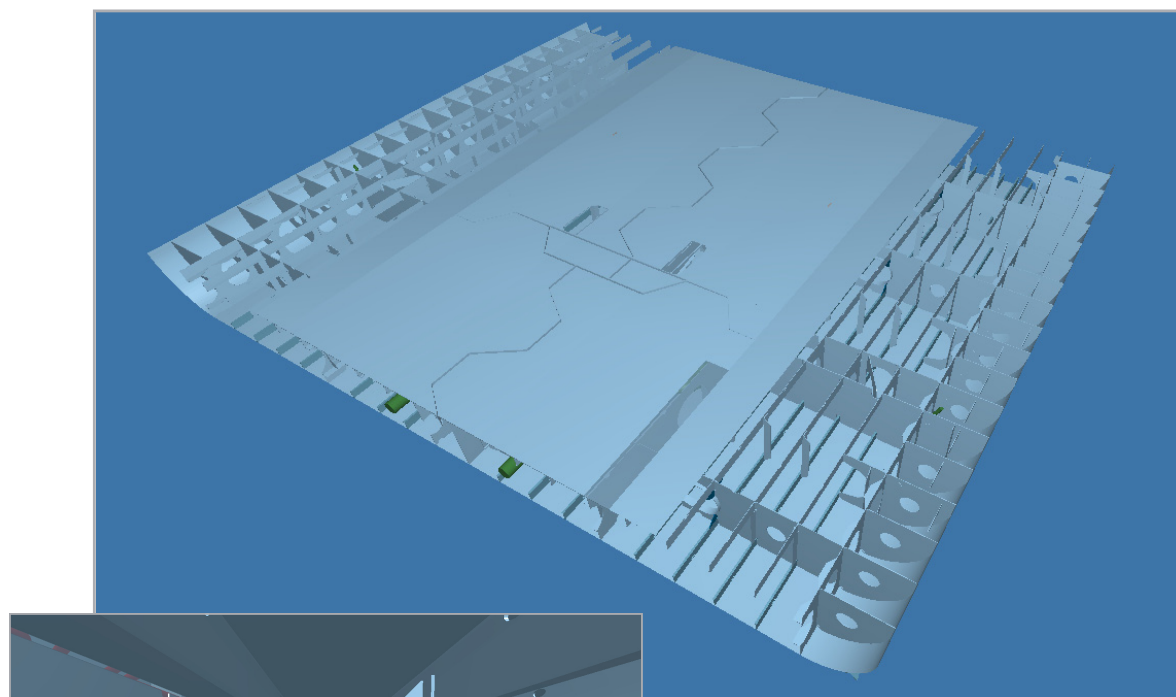
a

б

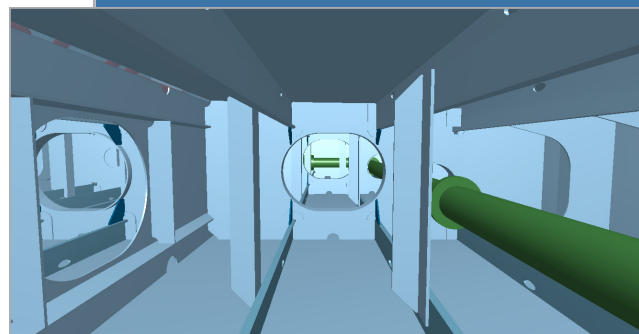
Рис. 4.7. Конструкция бортовых танков:

a — бортовые танки в районе средней части судна;

б — бортовые танки в районе носовой оконечности



a



б

Рис. 4.8. Конструкция двойного дна:

a — общий вид;

б — междудонное пространство

вод из одного бортового танка в другой автоматически минимизируется. Такая система, главным образом, используется судами для перевозки крупногабаритных грузов и контейнеровозами во время погрузочно-разгрузочных операций.

Бортовые танки и двойное дно (рис. 4.9) являются водонепроницаемыми отсеками. Деление двойного дна на отдельные части осуществляется центральным либо боковыми кильсонами в носовом и кормовом направлениях, а также водонепроницаемыми флорами в поперечном направлении. Топливные танки и танки для хранения питьевой воды должны быть отделены друг от друга пустым пространством, называемым коффердамом [4]. Бортовые танки разделены водонепроницаемыми рамными шпангоутами. Шпангоуты устанавливаются в носовом и кормовом направлениях. На судах длиной менее 60 метров, например буксирах или рыбопромысловых судах, подкрепляющие балки набора устанавливаются только в поперечном направлении (поперечная система набора). В некоторых случаях используется комбинированная система набора (часть перекрытий набрано по поперечной системе, часть — по продольной). Двойное дно покрыто настилом (см. рис. 4.8, *а*) и, тем самым,

отделено от грузовых трюмов. Несколько трубопроводных систем проходит через двойное дно, например балластная система (см. рис. 4.8, *б*). Контейнеровозам необходимо усиленное двойное дно для повышения общей прочности.

Флоры в двойном дне делят на:

- рамные, вес которых уменьшают за счет наличия лазов;
- профильные;
- водонепроницаемые.

Вырезы в двойном дне делают для заполнения и опустошения танков. Каждый танк двойного дна должен быть оборудован звуковой и вентиляционными трубами. Доступ к двойному дну осуществляется через винтовые люки в настиле; каждый танк должен быть оборудован, по меньшей мере, одним из них. Топливные цистерны, удаленные от машинного отделения, должны иметь средства для нагрева (рис. 4.10) хранящегося в них топлива в зависимости от его типа. Это необходимо в случае эксплуатации судна в районах с низкой температурой окружающей среды, поскольку низкие температуры снижают вязкость топлива, что может сделать невозможной его закачку в МО, а также, когда используется тяжелое топливо.

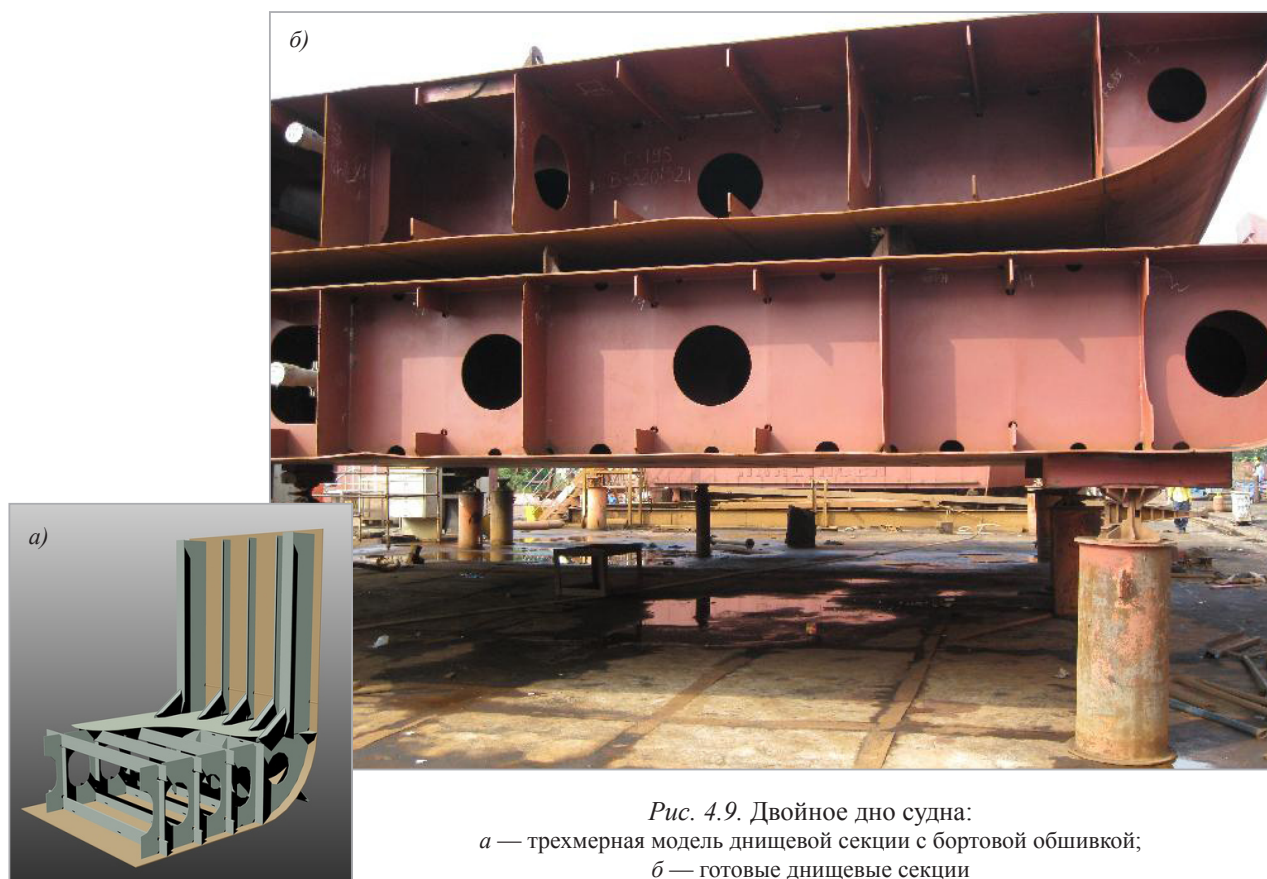
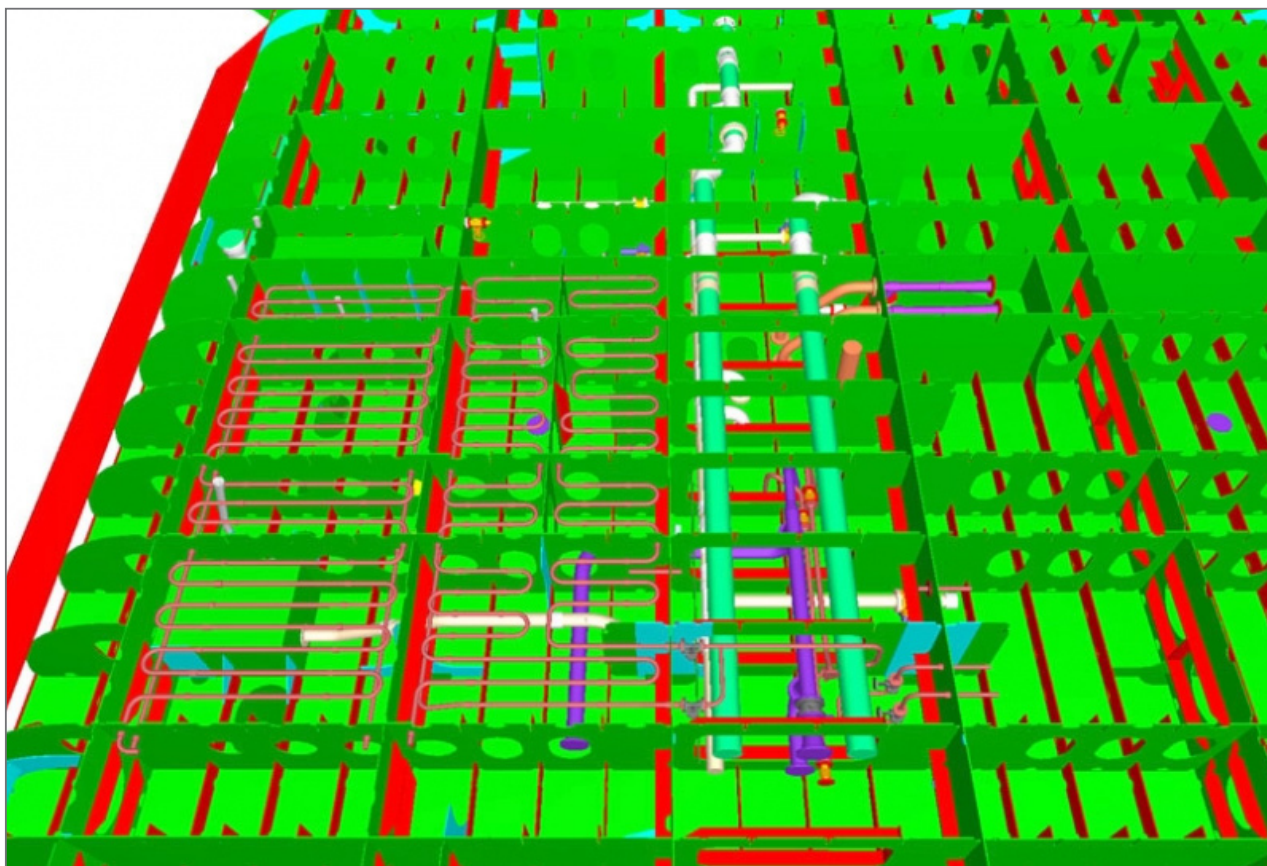
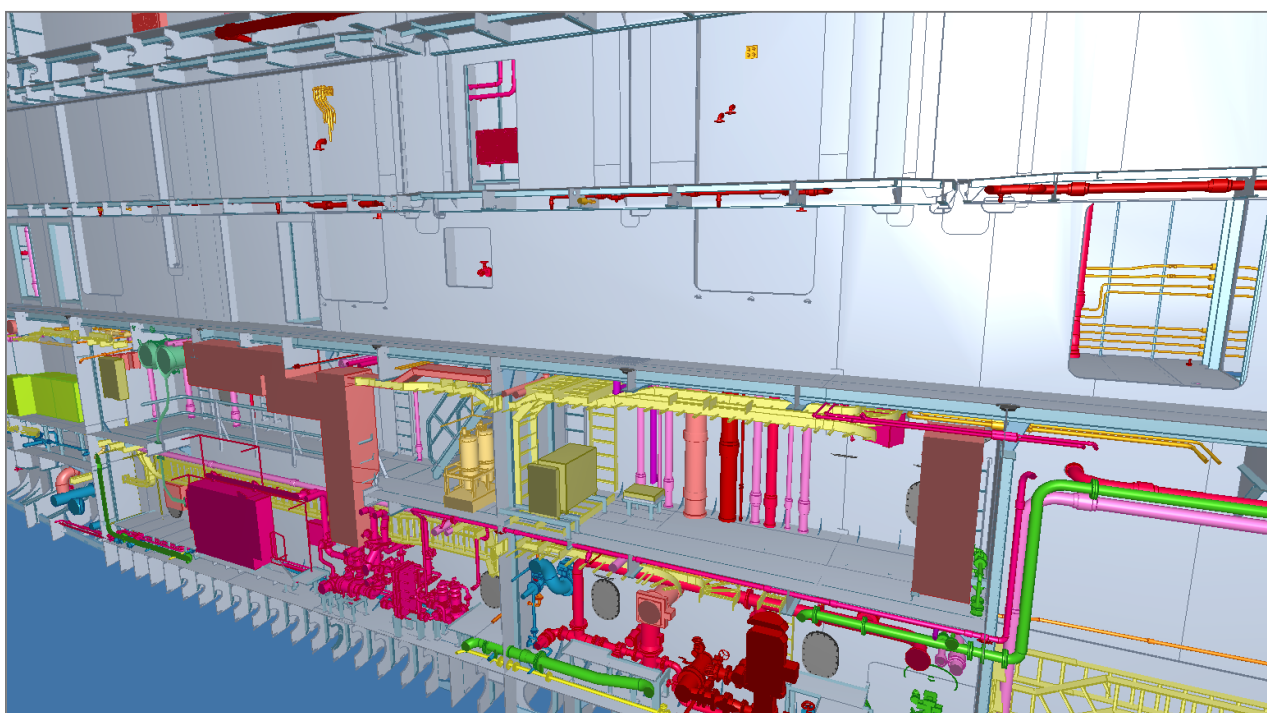


Рис. 4.9. Двойное дно судна:
а — трехмерная модель днищевой секции с бортовой обшивкой;
б — готовые днищевые секции



a



б

*Рис. 4.10. Трехмерная модель двойного корпуса судна:
a — системы двойного дна с устройством подогрева топлива; б — системы двойного борта*

4.5. Носовая оконечность (Fore ship)

Носовая оконечность (форпик) — это часть судна между носом и форпиковой (таранной) переборкой, а также примыкающими секциями (рис. 4.11, 4.12) [1, 29].

Пространство между таранной переборкой и носом судна называется форпиком (см. рис. 4.11, в). Форпиковый танк — это самое нижнее пространство в форпике, которое может быть поделено на нижний и верхний танки. Форпиковый танк, как правило, используется в качестве балластного. Если судно идет порожнем, то танк обычно заполняют водой для уменьшения дифферента на корму. Часто в форпиковых танках устанавливают специальную омывающую переборку. Такая конструкция улучшает поведение судна во время качки путем задержки перемещения балластных вод, когда танки заполнены не полностью. Сразу за форпиком может находиться следующий танк, простирающийся от правого

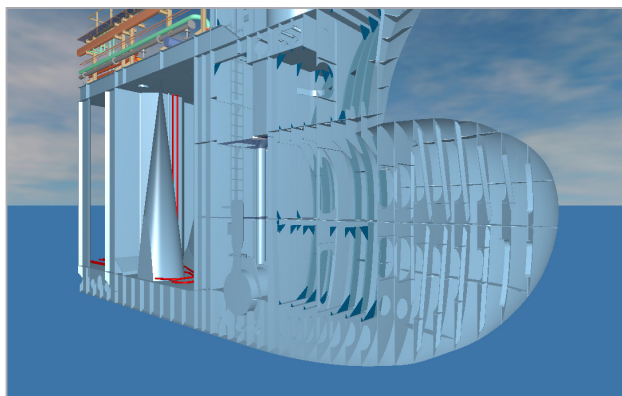
до левого борта и от днища до палубы — дип-танк. В верхней части форпика прямо под якорным шпилем или якорной лебедкой расположены цепные ящики для хранения якорных цепей. Над открытой палубой носовой оконечности располагается надстройка (бак) — палубное сооружение, простирающееся до баковой переборки. Эта переборка не является обязательной на данном шпангоуте, как, например, форпиковая переборка. На баке, как правило, располагаются лебедки и другое якорное оборудование, а также носовая мачта (рис. 4.13).

Бак обычно делят на:

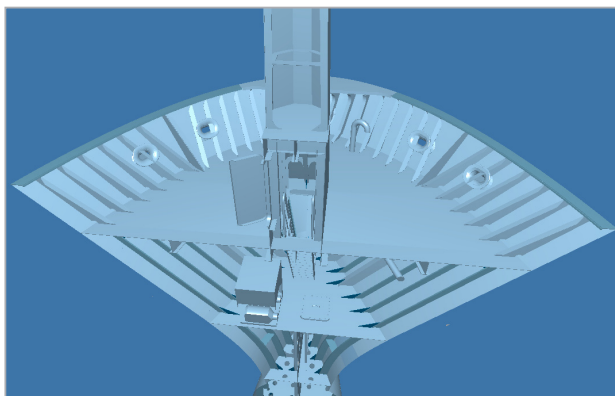
- хранилище для канатов, инструментов для работы на палубе и грузообработки;
- хранилище для грузообрабатывающего оборудования, такого как поворотные замки, стропы и подушки безопасности. Эти вещи обычно хранятся на стеллажах, сделанных специально для этих целей. Если необходимо, стеллажи можно поднять судовым краном.



а



б



в

Рис. 4.11. Носовая часть судна:

а — вид на таранную переборку; б — вид на бульбообразный нос; в — вид на форпик

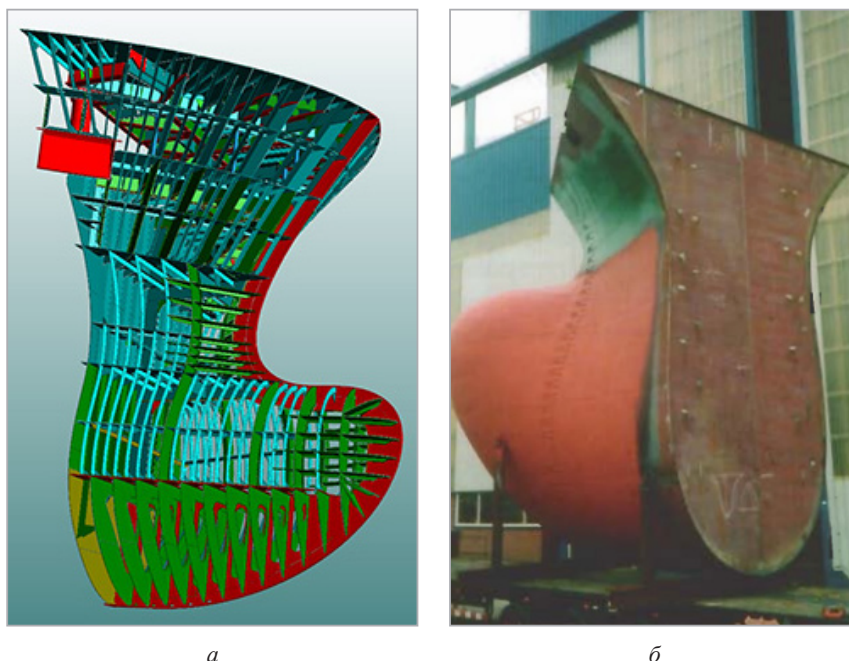


Рис. 4.12. Бульбообразная носовая оконечность судна:

а — трехмерная модель без обшивки; *б* — секция, готовая к монтажу

Носовая оконечность судна испытывает очень большие нагрузки и напряжения, обусловленные:

- а) качкой судна;
- б) ударами о воду;
- в) поддержанием соответствующей скорости хода судна в плохую погоду;

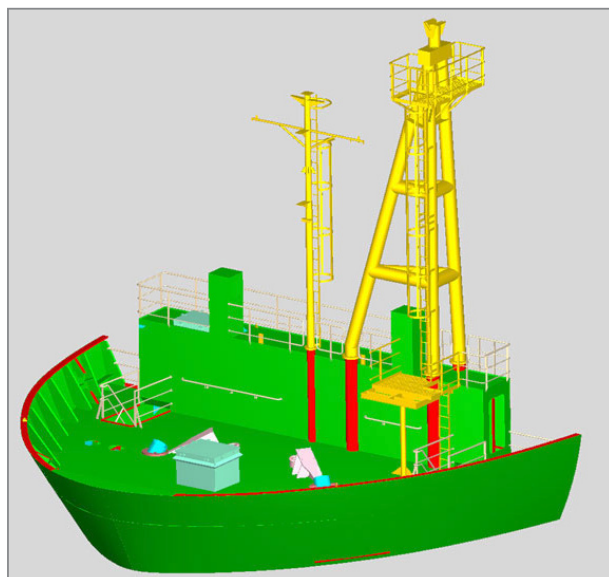


Рис. 4.13. Трехмерная модель носовой оконечности корпуса судна с носовой мачтой

г) ударами о лед.

Для компенсации перечисленных нагрузок нос требует дополнительных подкреплений, частично простирающихся вглубь судна. При этом бульбообразный нос (рис. 4.14) используется для уменьшения волнового сопротивления.

Причиной возникновения носовых волн является сопротивление, оказывающее негативное влияние на скорость хода судна. Бульб создает дополнительную волну, которая интенсивно уравнивает носовые волны, что положительно влияет на скоростные качества судна.

Бульбообразный нос фактически является выступающей частью носовой оконечности, разбивающей носовые волны перед тем, как им удастся добраться до судна. Бульбообразный нос также оказывает благоприятный эффект на систему волн вокруг судна. Идеальная ситуация — это та, в которой судно разрезает волны, не генерируя собственных, поскольку на каждую волну, созданную судном, затрачивается энергия.

Бульб наиболее эффективен при проектной осадке (судно идет в грузу). В случае порожнего судна бульб, фактически, оказывает еще большее сопротивление.

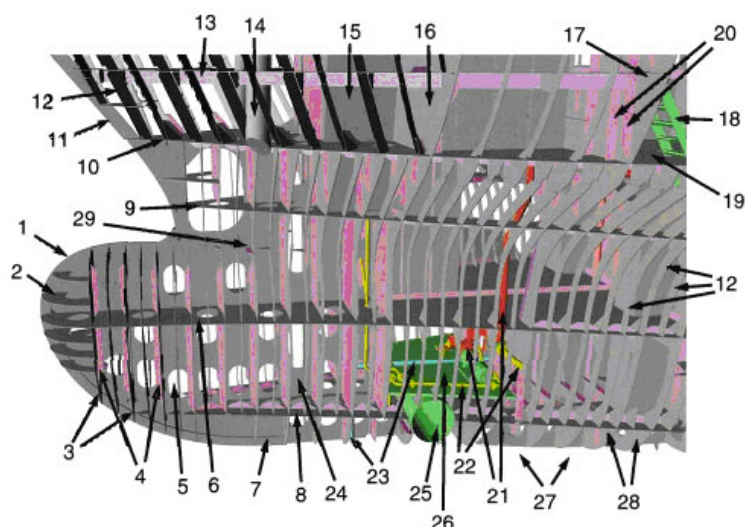


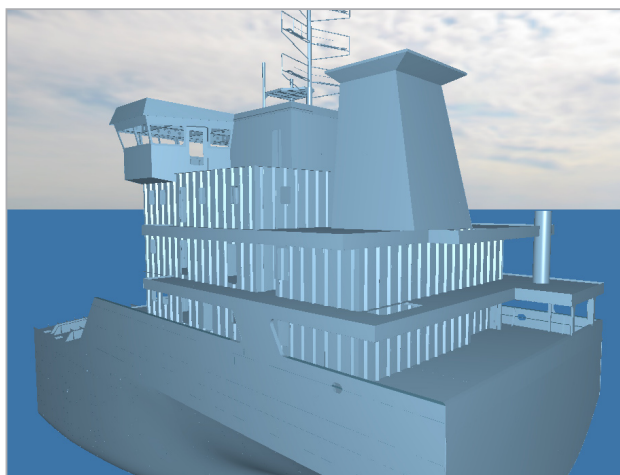
Рис. 4.14. Носовая секция судна с бульбообразным носом [29]:

1 — бульб; 2 — стрингерная бракета; 3 — вертикальный киль; 4 — ребро жесткости флора; 5 — вырез; 6 — стрингерная палуба; 7 — носовая балка в бульбе; 8 — стрингер; 9 — переход от палубного стрингера к стрингеру носовой обшивки; 10 — бракета с фланцем; 11 — носовая балка; 12 — стойка обшивки; 13 — стрингер с фланцем; 14 — клюзовая труба; 15 — цепной стопор; 16 — водонепроницаемая поперечная переборка; 17 — форпиковая переборка; 18 — лестница на палубу переборок; 19 — палуба; 20 — стойки форпиковой переборки; 21 — пожарный насос; 22 — отсек носовых подруливающих устройств; 23 — балластные цистерны в форпике; 24 — форпик; 25 — туннель подруливающего устройства; 26 — настил отсека подруливающего устройства; 27 — диптанки; 28 — флоры; 29 — проницаемая переборка в диаметральной плоскости судна

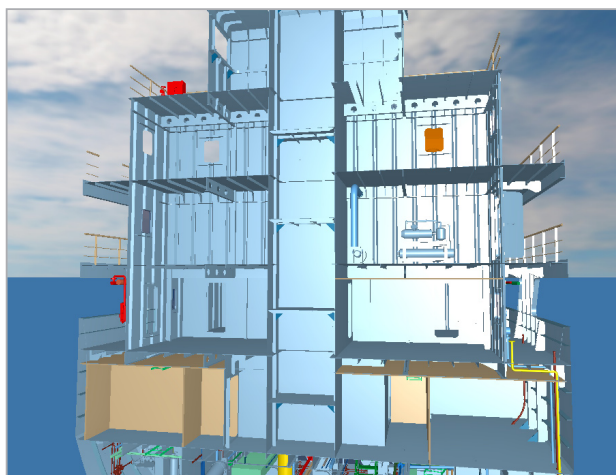
4.6. Основная надстройка (Accommodation)

В недавнем прошлом надстройка для экипажа (рис. 4.15–4.16) не была столь важным аспектом проектирования, как сегодня. Одной из причин этого являлось большее количество членов экипажа по сравнению с сегодняшним днем. Судно, укомплектованное сорока членами экипажа в 70-е годы, сегодня насчитывает всего

20 человек [24]. Из-за растущей рабочей нагрузки на членов современного экипажа происходит совершенствование средств для облегчения их существования на судне. Например, большинство кают сегодня имеют собственные туалеты и душевые. В результате сокращения количества членов экипажа длительность рабочего дня возрастает, а значит, возрастает необходимость в развлекательных средствах и средствах для отдыха.



а



б

Рис. 4.15. Трехмерная модель модуля жилой надстройки на нефтяном танкере, выполненная в системе Nupac-Cadmatic:

а — общий вид; б — поперечное сечение

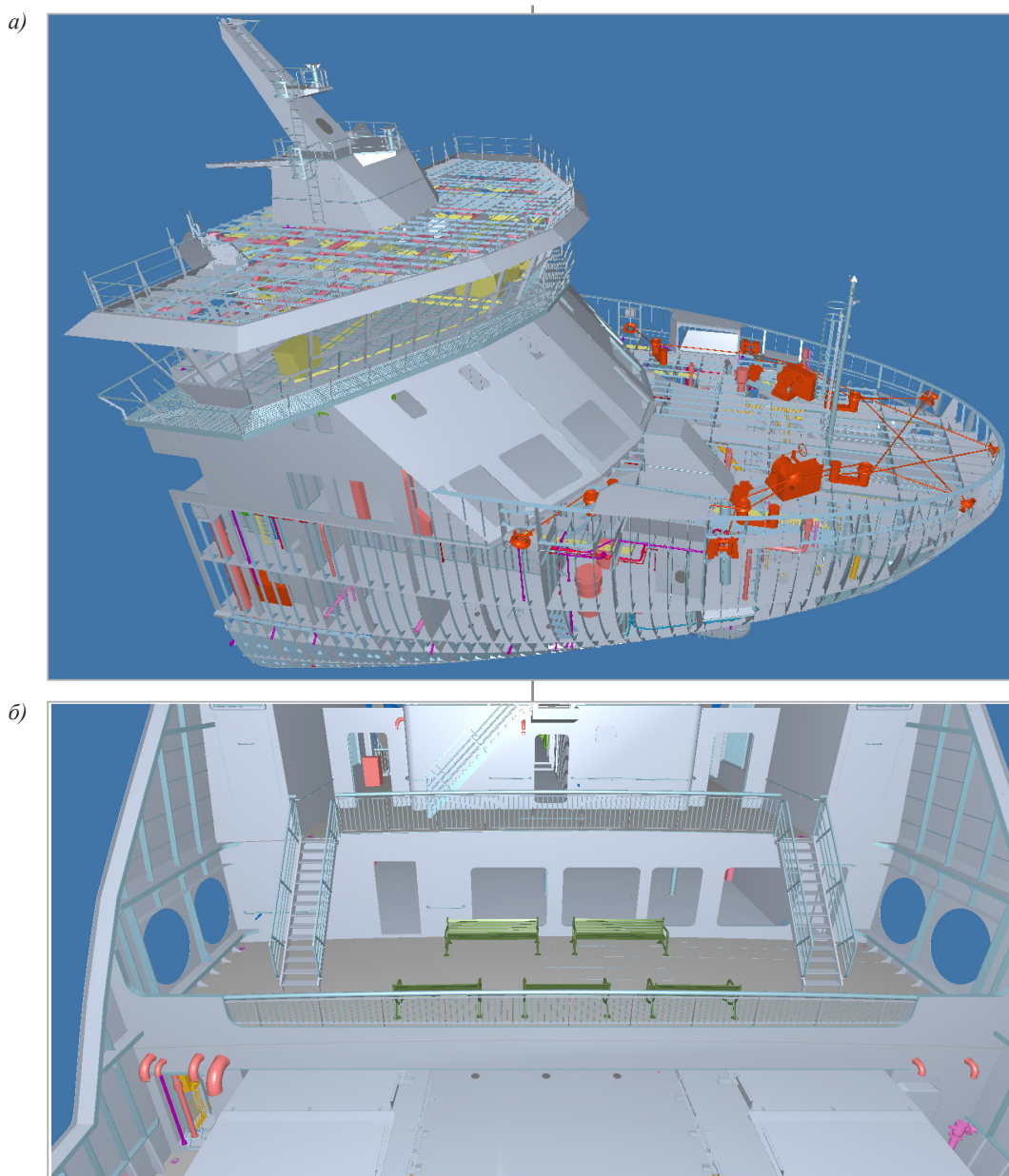


Рис. 4.16. Трехмерная модель модуля жилой надстройки:
а — боковой вид; б — вид с верхней палубы судна

Безопасность

Безопасность жилого модуля в основном заключается в обеспечении противопожарной безопасности. Данные требования изложены в Международной конвенции SOLAS [16].

Окружающая среда

а) Вибрация

Вибрация обычно сопровождается звуком и шумом, часто имеющими одни и те же источники. На судах в большинстве случаев такими источниками являются гребной винт, двигатели и даже морские волны. Изоляционное и противорезонансное оборудование используется для поддержания уровня вибрации в жилой над-

стройке на требуемом уровне (согласно требованиям ISO вибрация 4...5 мм/с считается умеренной [22]).

б) Шум

Слишком сильный шум вызывает беспокойство и раздражение, поэтому оказывает негативное влияние на работоспособность и условия проживания на борту судна.

Шум влияет на:

- связь между машинным отделением и мостиком;
- общению в других местах;
- спокойствию в каютах, где требуется низкий уровень шума;

– условия проживания людей.

Шум исходит от:

– пропульсивной установки, гребного винта и подруливающих устройств;

– вентиляционной системы и системы кондиционирования воздуха;

– музыки, телевизоров, туалетов и т.д.

Шум измеряется в децибелах. Максимально допустимый уровень шума для судов [29]:

– комнаты отдыха, столовые — 65 ДБ;

– каюты, лазарет — 60 ДБ;

– камбуз, пункт управления — 75 ДБ.

в) Кондиционирование воздуха

Требования по кондиционированию воздуха и климат-контролю судовых пространств зависят от температурных показателей, влажности воздуха и частоты воздухообмена. Не стоит даже лишний раз упоминать, что изоляция жилой надстройки является необходимым условием для поддержания нормальных климатических условий.

г) Освещенность и дневной свет

Существует целый набор требований по освещенности рабочих и жилых помещений.

Осветительные приборы должны противостоять судовой вибрации и должны быть легко доступны для ремонта. Иллюминаторы в каютах и других помещениях должны иметь такие размеры и расположение, чтобы была возможность смотреть наружу как в сидячем положении, так и в положении стоя. Существуют также определенные требования к иллюминаторам, такие как максимально допустимое давление и расположение на судне (не ниже палубы надводного борта).

Изоляционные средства

Наиболее широкое применение нашли два метода нанесения изоляции:

а) использование панелей стекловаты

Панели стекловаты укрепляют сварными шпильками, которые уже размещены на стальных панелях. На рис. 4.17 показан пример использования противопожарной и термоизоляции. При этом стенки жилой надстройки не контактируют с изоляцией для предотвращения передачи вибрации.

Для минимизации раздражающих звуков и снижения риска возникновения пожара полы (особенно, если они расположены непосредственно над МО) выполняют выгнутыми. Такие полы состоят из множества слоев специальной ваты большой плотности.

б) Распыляемая изоляция

Такой вид изоляции наносят путем распыления на переборках судна (рис. 4.18). Распыляемая изоляция может быть использована в качестве термической, звукопоглощающей и огнестойкой (температура плавления 750 °C).

Связь. Каждая каюта должна быть оборудована телефоном, а также радио- и телевизионным терминалами. В эксплуатационных целях и для обеспечения безопасности необходимо, чтобы каждый член экипажа мог быть вызван или предупрежден о чем-либо в любое время и в любом месте.

Обслуживание. Очистка и обслуживание жилой надстройки необходимы как для гигиены, так и для поддержания надлежащего внешнего вида. В общем случае, устройство надстройки должно быть таким, чтобы позволяло быстро и эффективно ее чистить и ремонтировать. При этом в расчет берутся:

– предотвращение распространения загрязнений от рабочих помещений к жилым пространствам;



Рис. 4.17. Палуба и переборки, изолированная стекловатой

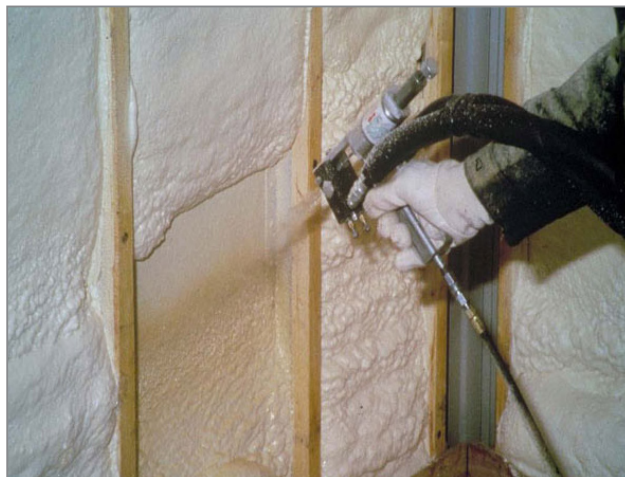


Рис. 4.18. Нанесение распыляемой изоляции

- правильный выбор материалов.
- На этапе проектирования важно:
 - включить помещения, где можно снять грязную одежду и помыть руки;
 - установить шкафчики на каждой палубе жилой надстройки.

Обзор жилых помещений

К жилым помещениям основной надстройки относят (рис. 4.19) [29]:

1. Мостик (Bridge) — место, где расположены все средства коммуникации и навигации (рис. 4.20). На большинстве судов на мостике располагают контрольную панель (рис. 4.21),

соединенную с машинным отделением. Из этого пункта осуществляется доступ ко всем судовым системам (например, балластной).

2. Пост управления грузом (Cargo control room)

На борту танкерных судов погрузочно-разгрузочные операции контролируются из пункта управления грузом.

3. Камбуз (Galley)

Данное помещение используют для приготовления пищи. Оно расположено рядом со столовой для максимально возможного сокращения расстояния между ними.

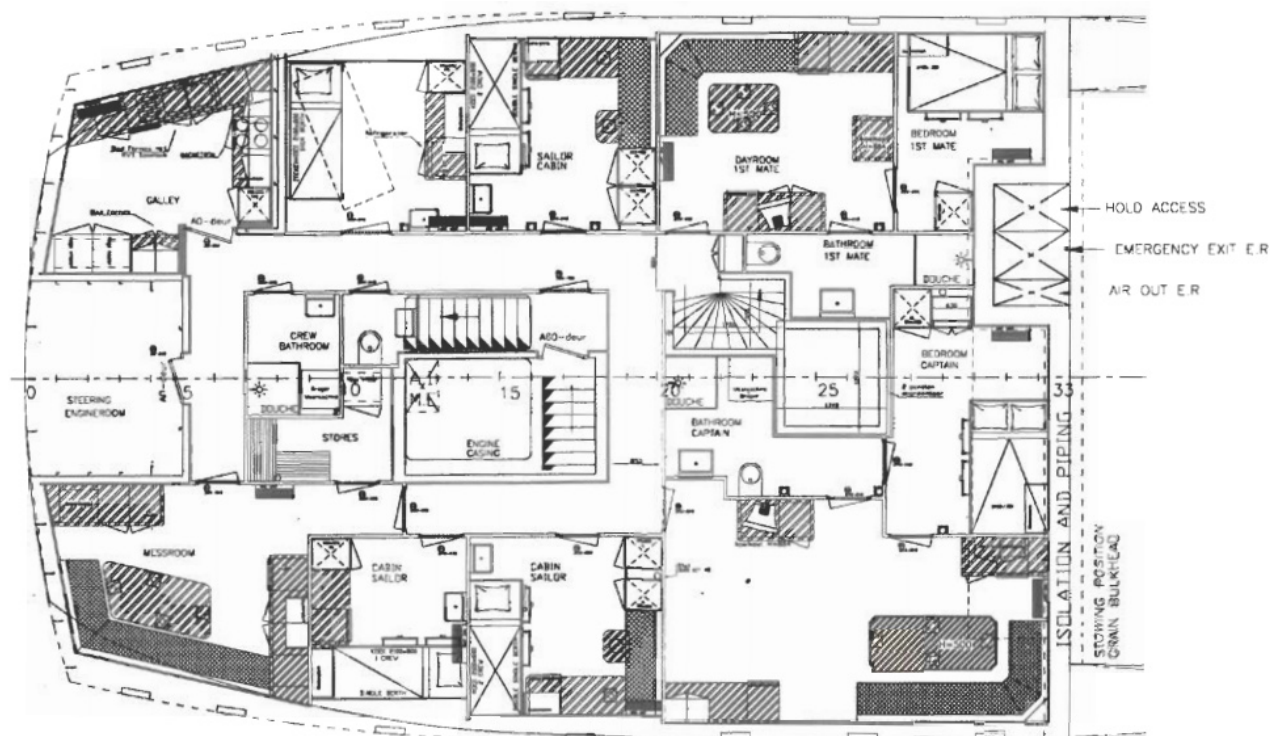


Рис. 4.19. План помещений жилой надстройки судна типа «река-море»



а



б

Рис. 4.20. Мостик в основной надстройке:
а — общий вид; б — вид на контрольную аппаратуру



Рис. 4.21. Контрольная панель на мостике

4. Прачечная (Laundry) — помещение, расположенное в центре надстройки, в котором находятся, по крайней мере, стиральная машина и сушилка.

5. Лазарет (Hospital) — расположение данного помещения является предметом правовых требований. Кроме того, к нему должен быть обеспечен доступ носилкам для больных членов экипажа.

6. Каюты (Cabins)

Устройство кают становится все более и более стандартизированным (рис. 4.22). Например, капитан, главный инженер, главный офицер и другие офицеры имеют каюты одинакового размера. Кроме этого, возможно существование одного или двух видов отличающихся кают. Сегодня каюты могут быть полностью закончены уже на рабочем месте (в период судосборочных работ). После их установки на судно должны быть установлены и подсоединены только электрические, водяные, вентиляционные, нагревательные и другие системы.

7. Кают-компании (Mess-rooms) — представляют собой обычные столовые.

8. Дежурная палуба (Duty-deck). На крупных судах это самая нижняя палуба надстройки, представляющая собой рабочую палубу, где можно найти грузовой пост, пост капитана, щитовую, камбуз и столовую.

9. Комната отдыха (Day-room) — представляет собой координационный центр социальной активности экипажа после завершения рабочего дня (рис. 4.23).



Рис. 4.22. Каюта для экипажа



Рис. 4.23. Комната отдыха для экипажа

10. Складские помещения (Stores)

Представлены хранилищами провизии, таможенными складами, складами вспомогательного оборудования и инструментов для МО,

шкафчиками с краской, помещениями для огнетушителей, ванными и туалетами для экипажа (при этом офицеры имеют собственные ванны и туалеты).



Контрольные вопросы

1. Для чего используются бортовые цистерны на судне?
2. В чем заключается необходимость использования двойного дна на судах для перевозки опасных грузов?
3. Какие нагрузки испытывают корпусные конструкции в районе машинного отделения?
4. Для каких целей используются цистерны в двойном дне?
5. На какую основную техническую характеристику судна влияет размер грузовых трюмов?
6. Какое влияние оказывает бульбообразный нос на судно в грузу и на судно порожнем?
7. Какие нагрузки испытывают конструкции носовой и кормовой оконечностей судна?

СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА

Судовыми устройствами называется совокупность приспособлений, механизмов, машин и аппаратов, предназначенных для обеспечения нормальной эксплуатации судна [25]. Судовые устройства могут быть общими, необходимыми для всех судов, и специальными, обусловленными назначением судна. К общим судовым устройствам относятся: люковые закрытия, рулевое, грузовое, якорно-швартовное и спасательное устройства. К специальным можно отнести грузовые устройства, зависящие от рода перевозимого груза, промысловые устройства — на промысловых судах, тральные устройства — на тральщиках и т.п.

5.1. Люковые закрытия (hatch covers)

Грузовые люки — большие вырезы в палубах над грузовыми трюмами [1, 25]. На твиндечных судах они располагаются один над другим. В верхней палубе люки ограждаются по всему периметру толстым вертикальным стальным поясом — комингсом — высотой до 1 м, а в твиндеках — леерами. Люковые закрытия по способу закрывания и открывания грузовых люков подразделяют на простые и механизированные.

Простые люковые закрытия состоят из съемных стальных бимсов, деревянных лючин и брезента. Бимсы закладывают в гнезда на продольных комингсах и служат опорами для лючин. Уложенные на бимсы лючины верхней палубы покрывают брезентом, который поджимается стальными шинами к комингсам и надежно заклинивается по периметру люка. Поперек каждого ряда лючин поверх брезента накладывают и скрепляют с комингсом люка окованные деревянные шины. Люки в твиндеках обычно закрывают только лючинами.

Простые люковые закрытия недостаточно надежны, особенно при больших размерах люков, а их снятие и установка на место требуют большой затраты времени и ручного труда. По-

этому все современные суда оборудуют механизированными люковыми закрытиями.

Механизированные люковые закрытия быстро и безопасно ставят и снимают грузовыми лебедками или специальными гидравлическими приводами (рис. 5.1). Их подразделяют на съемные, откатываемые, откидные и наматываемые.

Съемные закрытия просты по конструкции и надежны в эксплуатации. Такое закрытие представляет собой металлическую крышку, соответствующую размерам грузового люка, которую снимают и ставят на место грузовой стрелой. По-походному крышку закрепляют винтовыми задрайками, которые одновременно уплотняют резину, уложенную по периметру крышки, обеспечивая водонепроницаемость закрытия. Съемные закрытия применяются на судах с небольшими люками.

Откатываемые закрытия имеют тросовый привод от грузовой лебедки (рис. 5.2). Наиболее распространенным закрытием этого типа является закрытие системы Мак-Грегора. Оно состоит из нескольких стальных коробчатых крышек (секций), которые для прочности с внутренней стороны подкреплены продольными и поперечными ребрами жесткости. Крышки соединены цепями, тросами или металлическими тягами.

Имеется несколько конструкций люковых закрытий системы Мак-Грегора, отличающихся одна от другой в основном некоторыми деталями открывающего и подъемного устройств. Существуют закрытия системы Мак-Грегора с автономными опрокидывающимися крышками.

Простейшее откидное закрытие — стальная крышка, закрывающая весь люк. Она соединена шарнирно с комингсом и при открытом люке устанавливается в вертикальном положении.

Для закрывания больших грузовых люков применяются закрытия, состоящие из нескольких секций, соединенных между собой (рис. 5.3). Они бывают двух- и трехсекционные,



Рис. 5.1. Торговое судно со сдвигающимися посредством траверсы люковыми крышками

Рис. 5.3. Судно с секционными откидными люковыми закрытиями



одностворчатые, откидывающиеся в нос или в корму судна, и четырехсекционные, двустворчатые, попарно откидывающиеся в обе стороны. Для подъема крышек и установки их на место применяется преимущественно гидропривод и реже — тросовый привод с тягой от лебедок.

Одностворчатое двухсекционное закрытие с гидравлическим приводом, шарнирно соединенное с кормовым комингсом люка, состоит из двух секций: ведущей и ведомой. Секции в створке соединяются между собой двумя-тремя межсекционными и одной-двумя холостыми петлями.

Первые являются основными, а вторые служат дополнительными шарнирами. Фундаменты и гидроцилиндры находятся за просветом люка у комингса. На одной из петель есть нажимной ролик для воздействия на рычаг конечного выключателя при открывании люка.

Каждая секция состоит из сплошных поперечных и разрезных продольных балок, приваренных снизу к стальному настилу секций. По периметру секций изнутри установлены угольники, образующие пазы, в которые клеены уплотнительные прокладки и угловые вкладыши из губчатой резины. Уплотнителями между секциями служат бурты и планки. Предусмотрена система для стока и отвода воды, проникшей через уплотнение, с выходом в дренаж и водосборники.

На ведомой секции установлены два кронштейна с катками. На горизонтальных полках продольных комингсов люка для катков имеются две направляющие дорожки с уклоном в районе кормового комингса. Уклон облегчает раскатывание секции в начале закрывания люка. У носового поперечного комингса дорожки имеют аналогичный уклон, который обеспечивает плавное, без затирания уплотнение стыка. Для обжатия секции по периметру закрытий установлены быстродействующие задрайки. Вертикальные стыки между секциями защищены от прямых ударов волн щитками. Для стопорения створок при открывании люка имеются упоры, а положение створок при открытом люке фиксируется двумя цепными стяжками.

При открывании люка ведущая секция под давлением штока поршня гидроцилиндра медленно поднимается, увлекая за собой ведомую секцию. В начальный момент закрывания люка гидроцилиндры сталкивают секции, а в дальнейшем они раскатываются и укладываются на место под действием силы тяжести. Гидроцилиндры в этом случае служат для торможения и плавного закрывания люка.

Четырехсекционное, двустворчатое закрытие отличается от рассмотренного в основном тем, что оно состоит из четырех секций, соединенных попарно в две створки. Каждая из створок двумя силовыми петлями соединена шарнирно с фундаментом и с гидроцилиндрами. Створки открываются в нос и в корму независимо одна от другой. Для надежного торцового уплотнения между створками служат клинья и механизмы разъема.

Управление работой закрытий осуществляется с электрических щитов, установленных в водозащищенных ящиках под полкой комингса люка.

Наматываемые закрытия применяются сравнительно редко, поэтому в данном пункте не рассматриваются.

5.2. Грузовое устройство (loading gear)

Грузовые устройства служат для выполнения на судах погрузочных и разгрузочных операций судовыми средствами [25, 29].

Эти устройства приспособлены под грузовые операции с генеральными, сыпучими или жидкими грузами. Экономически выгодно грузовые операции на судах производить развитыми и мощными портовыми средствами, однако иногда судам приходится грузовые операции совершать на рейде или на промысле, в открытом море, или даже в порту, где портовые средства использовать нецелесообразно. Для этих случаев каждое судно должно иметь собственное грузовое устройство.

Суда, перевозящие генеральные грузы, имеют грузовые устройства (рис. 5.4), в которые

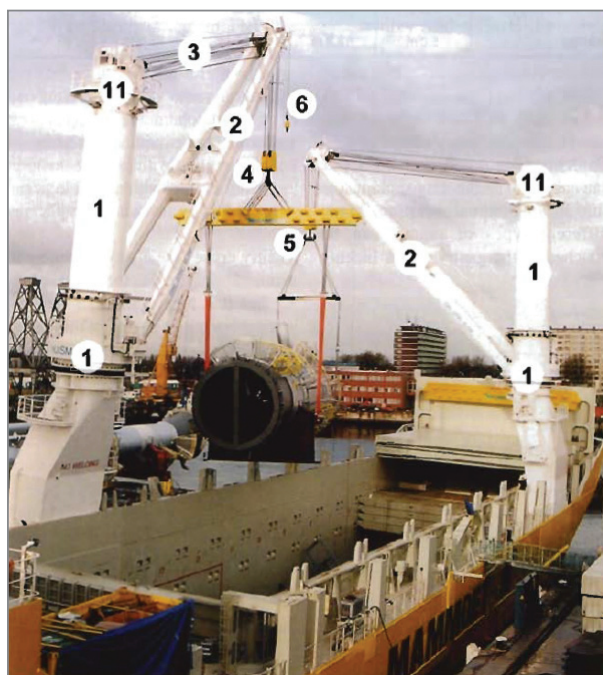


Рис. 5.4. Грузовое устройство судна для перевозки крупногабаритных грузов:

1 — мачта; 2 — стрела крана; 3 — топенант и ходовая часть подъемного троса; 4 — обойма; 5 — грузовой гак; 6 — крюк вспомогательного подъемного механизма; 7 — поворотные подшипники; 8 — основание мачты; 9 — люк; 10 — антикреновые танки; 11 — вершина мачты

входят *подъемные краны или грузовые стрелы* с такелажем, с грузовыми лебедками и средствами внутритрюмной механизации.

На судах, предназначенных для перевозки сыпучих грузов, грузовые устройства состоят из *пневмопогрузчиков, ленточных или ковшевых транспортеров* или других специальных устройств. На таких судах обычно не используют собственные грузовые устройства, так как они ходят по определенным линиям, на которых грузовые операции производятся береговыми, специально приспособленными устройствами.

К грузовым устройствам наливных судов относятся *насосы, запорная и переключающая арматура и грузовые трубопроводы*. В морских перевозках преобладают генеральные грузы, поэтому рассмотрим грузовые устройства, устанавливаемые на большинстве морских судов.

Грузовые подъемные краны — прогрессивные приспособления, которые намного увеличивают производительность грузовых работ, упрощают и облегчают трудоемкие процессы в грузовых операциях (рис. 5.5).

Известно много разнообразных конструкций и систем судовых грузоподъемных кранов. Кран-стрела сочетает простоту конструкции и обслуживания с высокой маневренностью и производительностью в работе. К недостаткам



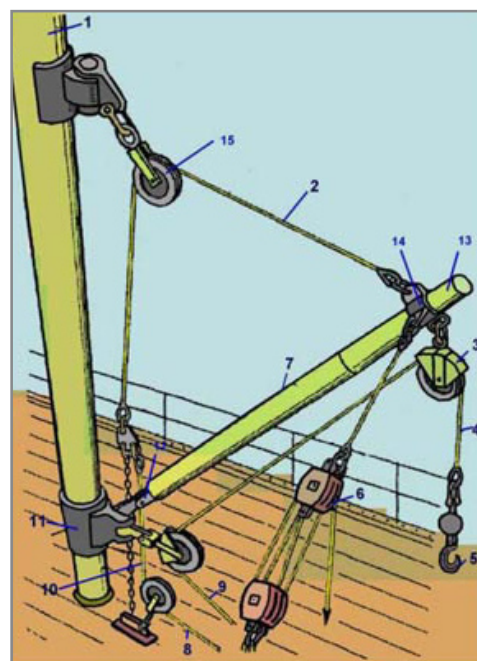
Рис. 5.5. Судно с палубным краном

таких кранов следует отнести трудности в работе с ними при крене и качке судна в открытом море.

Грузовое стреловое устройство (рис. 5.6), несмотря на кажущуюся громоздкость, при квалифицированном использовании в работе двух стрел, позволяет по производительности превзойти работу грузовых кранов и широко применяется на судах. Грузовые стрелы крепятся на мачтах или на специальных грузовых колоннах. Стрелы грузоподъемностью до 10 т называются легкими, свыше 10 т — тяжеловесными.



а



б

Рис. 5.6. Грузовое стреловое устройство:

1 — мачта; 2 — топенант; 3 — грузовой блок; 4 — грузовой шкентель; 5 — грузовой гак; 6 — оттяжка; 7 — стрела; 8 — канат на турачку грузовой лебедки; 9 — канат на барабан грузовой лебедки; 10 — лопарь топенанта; 11 — башмак; 12 — шпор стрелы; 13 — нок стрелы; 14 — бугель; 15 — топенант-блок

Их изготавливают стальными в виде трубчатого стержня веретенообразной формы (по концам меньшего диаметра, чем в середине). Нижний конец — шпор — шарнирно связан через вертлюг и башмак шпора с мачтой, что позволяет стреле выполнять поворот в горизонтальной плоскости, производимый с помощью оттяжек. Верхний конец стрелы — нок — через обух поддерживается тросом, называемым топенантом, длина которого создает наклон стрелы. Грузовой гак закреплен на подвижном тросе, называемом шкентелем или горденем, который закреплен на барабане грузовой лебедки. Грузовые лебедки могут иметь электрический или электрогидравлический привод.

Развитие океанического рыбного промысла, широкое распространение научных экспедиций и дальних походов, привело к необходимости снабжения судов в море горючим, пресной водой, продовольствием, специальными грузами, средствами материально-технического снабжения и ремонта, а также приема с судов продукции промысла и других грузов. Для этих целей создаются специальные суда или на судах, находящихся в эксплуатации, монтируются *устройства, обеспечивающие передачу грузов на суда в море на ходу.*

По способу передачи грузов эти устройства разделяются на кильватерные и траверзные. *Кильватерная* передача осуществляется между двумя судами, идущими вслед друг другу или строем уступа. *Траверзная* передача — между судами, идущими на некотором расстоянии друг от друга параллельным курсом. Расстояние между судами зависит от скорости хода, водоизмещения обоих судов, волнения моря и ряда других факторов и колеблется при кильватерном ходе в пределах 160...240 м, а при траверзном — 45...90 м.

Используются устройства для передачи жидких и штучных грузов. В первом случае передача выполняется шлангами следующим способом:

- а) шланг подвешивается на буксирном тросе;
- б) буксирный трос проходит внутри шланга, ответвляясь на палубах судов к буксирным кнехтам;
- в) шланг одновременно выполняет роль буксирного троса и шланга.

Металлическая оплетка шланга или армирование его прочными материалами (капроном, нейлоном, перлоном и др.) обеспечивают возможность применения его без поддерживающих тросов. Электрические автоматические лебедки регулируют постоянное натяжение шлангов при изменении расстояния между судами.

Передача штучных грузов осуществляется траверзным способом. По зарубежным данным наиболее удовлетворительные результаты дает полуавтоматическое устройство с гидравлическими цилиндрами и полиспадами.

Применяются и другие устройства, дающие удовлетворительные результаты, например маятниковые передачи, которые в сочетании с механизированной системой подачи в значительной степени увеличивают производительность устройства, предотвращают возможность повреждения грузов и травмы людей.

На судах с горизонтальной грузообработкой применяют специальные грузовые устройства — рампы [11, 29] (рис. 5.7–5.8), посредством которых колесная техника попадает на борт данного судна. Рампы, как правило, располагают в носу или в корме.

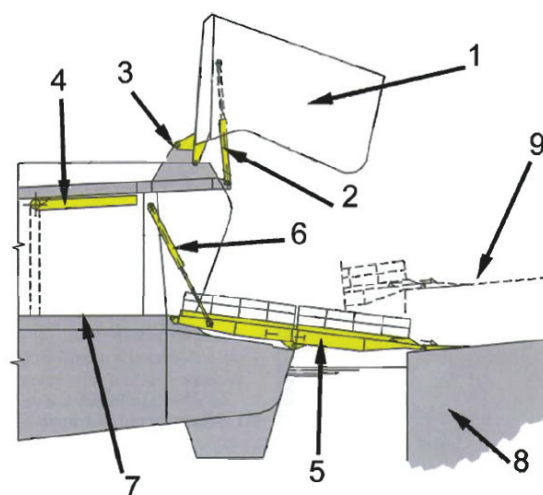


Рис. 5.7. Схема грузового устройства на судне типа Ro-Ro:

- 1 — наружные носовые ворота; 2 — гидроцилиндры носовых ворот; 3 — затвор для поддержания носовых ворот в открытом положении; 4 — внутренние носовые ворота в таранной переборке; 5 — двухсекционная рампа; 6 — гидроцилиндры рампы; 7 — палуба; 8 — причал; 9 — максимальная высота причала



Рис. 5.8. Судно с кормовой рампой

5.3. Якорно-швартовное устройство (Anchor and mooring gear)

Якорное устройство служит для постановки судна на якорь, обеспечения надежной стоянки судна на открытой воде и для снятия его с якоря [25, 29].

Основное якорное устройство размещается в носовой части открытой палубы (рис. 5.9–5.10).

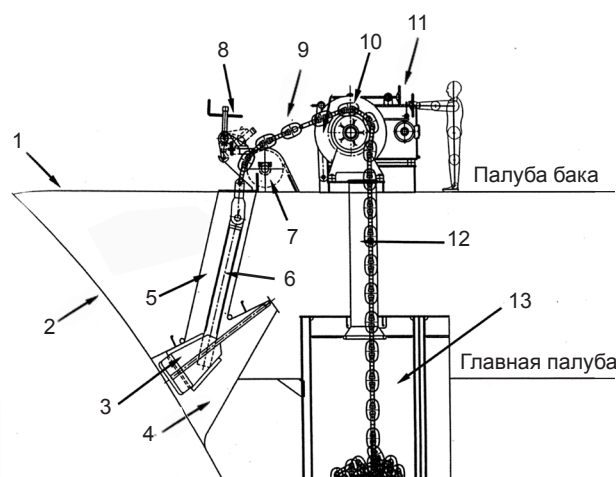


Рис. 5.9. Общее расположение якорного устройства на судне:

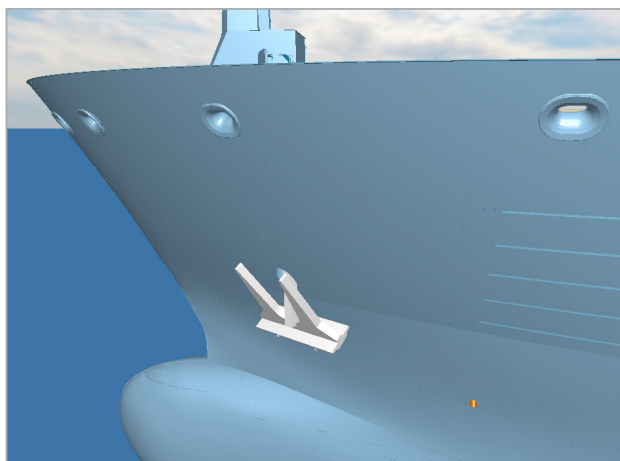
1 — палуба бака; 2 — нос судна; 3 — якорь; 4 — якорная ниша; 5 — палубный клюз; 6 — веретено якоря; 7 — направляющий роульс; 8 — цепной стопор; 9 — якорная цепь; 10 — брашпиль; 11 — контрольные рычаги; 12 — цепная труба; 13 — цепной ящик

Якоря обеспечивают прочную связь судна с грунтом дна и создают удерживающую силу, противодействующую внешним силам, стремящимся сдвинуть судно с места.

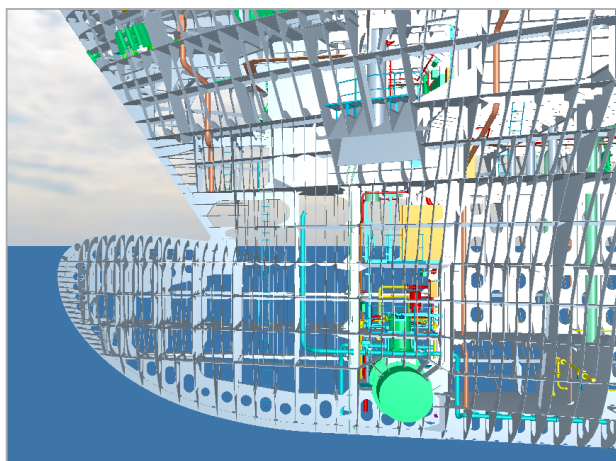
Для длительной и прочной стоянки судов применяют мертвые якоря, которые могут быть увеличенного веса и особой конструкции, обеспечивающей надежное сцепление с грунтом. Якоря, применяющиеся на плавающих судах, называются становыми. Количество и общий вес якорей на судне выбирают в зависимости от главных размеров судна.

Якоря характеризуются держащей силой — способностью соединяться с грунтом и выдерживать натяжение, определяемое силой, кратной его весу [25].

Наилучшим якорем по держащей силе, достигающей до 15-кратного веса якоря, является адмиралтейский якорь. Но из-за громоздкости конструкции, исключающей его втягивание в якорную трубу и в бортовой клюз, на морских судах этот якорь не используется. На этих судах широкое применение находят: якорь повышенной держащей силы (Матросова) и якорь Холла, удобные в эксплуатации. Держащая сила этих якорей, соответственно равна величине 15- и 3,5...3,75-кратной их весу. Якорные цепи являются связью между якорем и судном.



а



б

Рис. 5.10 — Трехмерная модель судна с якорным устройством:

а — якорь, закрепленный по-походному; *б* — якорная ниша в корпусе

Провес цепи в воде обеспечивает амортизацию судна при частых динамических воздействиях на него ветра и волн на открытой водной поверхности. Цепь — пока незаменимый элемент якорного устройства, несмотря на ее громоздкость и относительную дороговизну.

Якорные цепи (рис. 5.11) изготавливают стальными, используя способ литья,ковки,штамповки или сварки. Они состоят из звеньев и изготавливаются участками, называемыми смычками, длиной каждая около 25 м. В звено ставят распорки (контрфорсы), которые увеличивают прочность цепи примерно на 20...25% [25].

Минимальный диаметр сечения звена в местах соединения их друг с другом (диаметр проволоки) называется калибром цепи. Отдельные смычки соединяются специальными соединительными звеньями (так называемое звено Кентера) в якорную цепь длиной в несколько сот метров. Для предупреждения скручивания цепи при отдаче якоря в нее включается у якоря по-



Рис. 5.11. Звенья якорной цепи с распорками

воротное приспособление, называемое вертлюгом.

Коренной конец якорной цепи, противоположный якорю, крепится к корпусу специальным устройством — жвака-галсом, с откидным приспособлением — глаголь-гаком, позволяющим в случае экстренной надобности быстро отдать конец якорной цепи. При подъеме цепи из воды она сходит в специально оборудованное помещение, называемое цепным ящиком, где и хранится.

Якорные клюзы — бортовые и палубные — служат подушками, уменьшающими трение при сходе или подъеме якорной цепи, и, кроме того, бортовые клюзы являются нишами, в которые заподлицо убирается голова и лапы якоря.

Для надежного крепления якорной цепи на якорной стоянке предназначены стопоры, которые принимают на себя динамические рывки якорной цепи, а также служат для закрепления якорных цепей на палубе при поднятых якорях. Стопоры бывают кулачковыми, цепными, винтовыми и эксцентриковыми.

Якорные машины служат для подъема якорной цепи и якоря из воды. Подъем цепи осуществляется звездочкой, представляющей собой диск, вращающийся с валом машины от электрического привода. Звездочка имеет гнезда, соответствующие форме и размеру звена цепи. В эти гнезда входит звено, и при вращении звездочки цепь выбирается.

Якорные машины могут быть двух систем, различающихся конструктивным положением вала, на котором закреплена звездочка. У шпиля ось вала расположена вертикально, и звездочка

вращается в плоскости палубы. Конструктивно шпиль выполняется так, что привод, вращающий вал, располагается под палубой, на палубе остается только звездочка и выше ее — барабан-турачка для намотки тросов при их выбирании. У брашпиля ось вала — горизонтальная, и звездочка вращается в плоскости, перпендикулярной палубе. Вся конструкция брашпиля и приводная машина расположены на палубе и занимают на ней много места.

Швартовное устройство предназначается для крепления судна при стоянке у пристаней, набережных, пирсов или около других судов, барж и т. д.

Составными элементами швартовного устройства на каждом судне являются (рис. 5.12) [29]:

швартовы — тросы (канаты), предназначенные для закрепления (швартовки) судна у места стоянки. В качестве швартовов на судах применяются стальные, пеньковые, сизальские, манильские, капроновые и нейлоновые канаты (тросы);

кнехты — короткие тумбы, прямые или крестовые, прочно укрепленные на верхней палубе судна и служащие для закрепления швартовов;

киповые планки и тросовые отводы — направляющие тросы к кнехту или шпилью, предохраняющие их от перетирания об острые края судовых деталей;

швартовные механизмы — швартовные шпили, лебедки, служащие для выбирания тросов при подтягивании судна к месту стоянки или для обтягивания швартовов;

тросовые выюшки — предназначены для хранения на судне швартовных канатов попоходному;

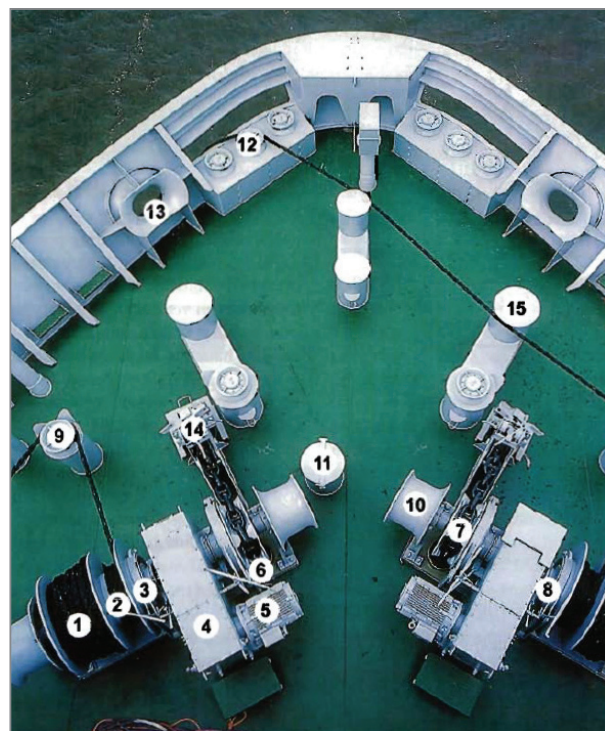


Рис. 5.12. Общее расположение швартовного устройства на судне:

1 — накопительная часть швартовного барабана; 2 — рабочая часть швартовного барабана; 3 — тормозная лента; 4 — коробка передач; 5 — электромотор; 6 — цепная труба; 7 — цепь в колесе; 8 — сцепление; 9 — направляющий роульс; 10 — турачка; 11 — лючина цепного стопора; 12 — направляющий роульс; 13 — бортовой клюз; 14 — цепной стопор; 15 — кнехт

привальные кранцы — прокладки, предохраняющие борт судна от ударов при навале на стенку или борт соседнего судна.

Трехмерные модели элементов швартовного устройства судна представлены на рис. 5.13–5.16.

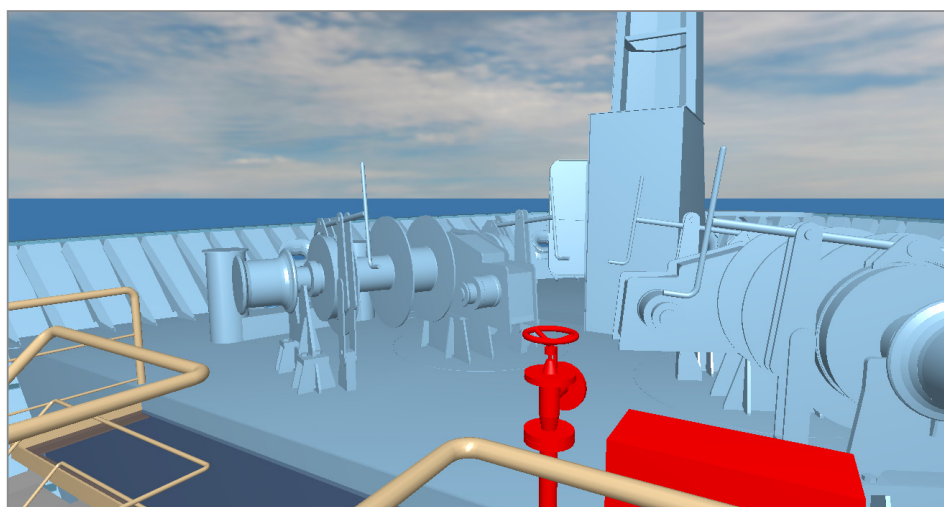


Рис. 5.13. Швартовные лебедки в носовой оконечности судна

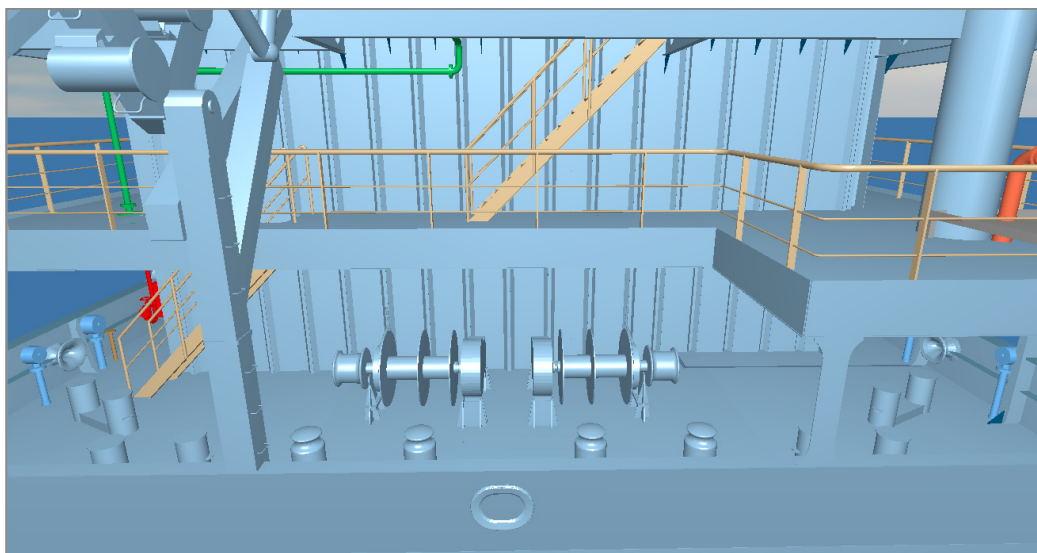


Рис. 5.14. Швартовные лебедки в кормовой оконечности судна

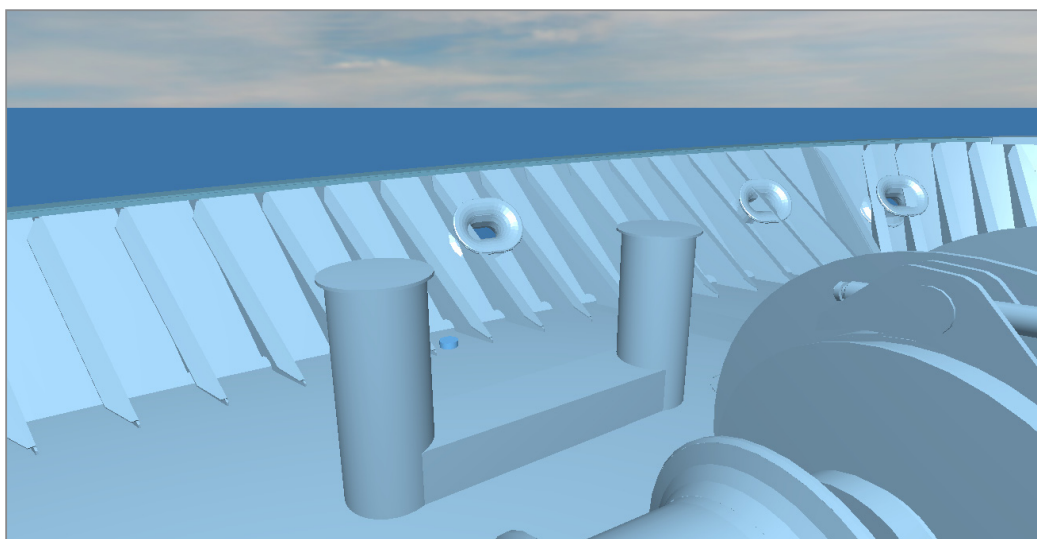


Рис. 5.15. Кнехты для закрепления швартовых канатов

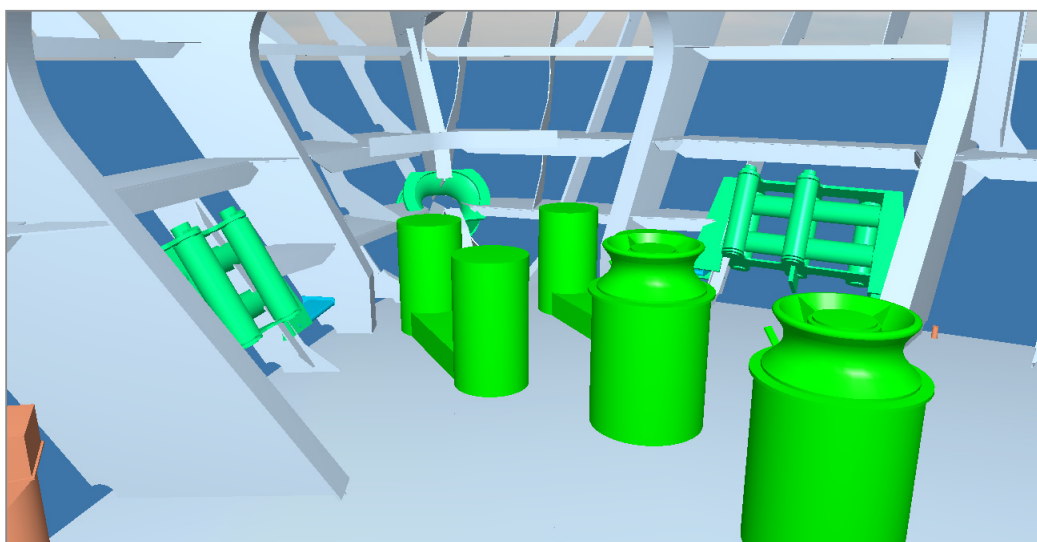


Рис. 5.16. Направляющие роульсы и бортовые клюзы

5.4. Рулевое устройство и пропульсивный комплекс (Steering gear)

Рулевое устройство служит для изменения направления движения судна, обеспечивая перекладку пера руля на некоторый угол в течение заданного промежутка времени [25].

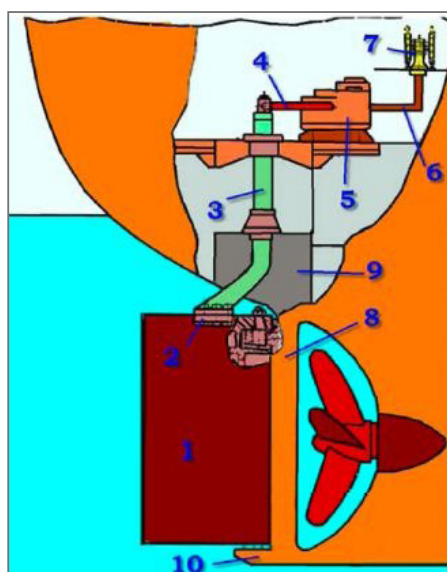
Основные элементы рулевого устройства показаны на рис. 5.17.

Руль — основной орган, обеспечивающий работу устройства (рис. 5.18). Он действует только на ходу судна и в большинстве случаев располагается в кормовой части. Обычно на суд-

не используется только один руль. Но иногда для упрощения конструкции руля (но не рулевого устройства, которое при этом усложняется) ставят несколько рулей, сумма площадей которых должна быть равной расчетной площади пера руля.

Основной элемент руля — перо. По форме поперечного сечения перо руля может быть: а) пластинчатым, или плоским, б) обтекаемым, или профилированным.

Преимущество профилированного пера руля в том, что сила давления на него превосходит (на 30% и более) давление на пластинчатый руль,



а



б

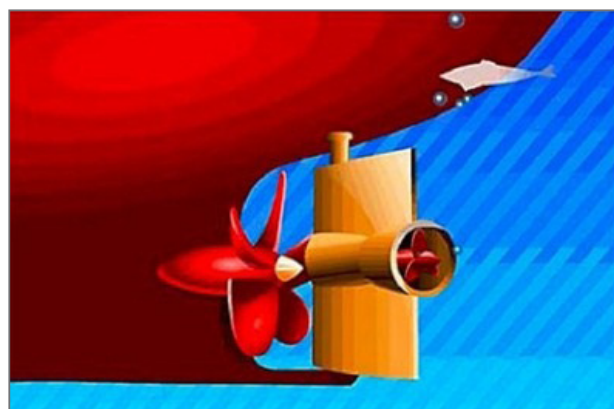
Рис. 5.17. Рулевое устройство:

а — общее расположение; б — вид на кормовую оконечность судна

1 — перо руля; 2 — фланцевое соединение; 3 — баллер; 4 — рулевой привод; 5 — рулевая машина; 6 — рулевая передача; 7 — штурвал ручного управления; 8 — рудерпост; 9 — гельмпортная труба; 10 — пятка ахтерштевня



а



б

Рис. 5.18. Перо руля:

а — подвесной руль; б — активный руль с опорой на пятку ахтерштевня;

1 — корма; 2 — перо руля; 3 — гребной винт; 4 — лопасть гребного винта; 5 — корпус судна; 6 — вал гребного винта

что улучшает поворотливость судна. Отстояние центра давления такого руля от входящей (передней) кромки руля меньше, и момент, необходимый для поворота профилированного руля, также меньше, чем у пластинчатого руля. Следовательно, потребуется и менее мощная рулевая машина. Кроме того, профилированный (обтекаемый) руль улучшает работу винта и создает меньшее сопротивление движению судна.

Форма проекции пера руля на ДП зависит от формы кормового образования корпуса, а площадь — от длины и осадки судна. У морских судов площадь пера руля выбирается в пределах 1,7...2,5% от погруженной части площади диаметральной плоскости судна. Ось баллера является осью вращения пера руля. Баллер руля в кормовой подзор корпуса входит через гелемпортную трубу. На верхней части баллера (голове) крепится на шпонке рычаг, называемый румпелем, служащий для передачи вращательного момента от привода через баллер на перо руля.

Судовые рули принято классифицировать по следующим признакам.

По способу крепления пера руля с корпусом судна различают рули:

а) простые — с опорой на нижнем торце руля или со многими опорами на рудерпосте (см. рис. 5.18, б);

б) полуподвесные — с опорой на специальном кронштейне в одной промежуточной точке по высоте пера руля;

в) подвесные — висящие на баллере (см. рис. 5.18, а).

По положению оси вращения относительно пера руля различают рули:

а) небалансирные — с осью, размещенной у передней (входящей) кромки пера;

б) полубалансирные — с осью, расположенной на некотором расстоянии от передней кромки руля, и отсутствием площади в верхней части пера руля, в нос от оси вращения;

в) балансирные — с осью, расположенной так же, как у полубалансирного руля, но с площадью балансирной части пера на всю высоту руля.

Отношение площади балансирной (носовой) части ко всей площади руля называется коэффициентом компенсации, который у морских судов лежит в пределах 0,20...0,35, а у речных 0,10...0,25.

Рулевой привод представляет собой механизм, передающий на руль усилия, развиваемые в рулевых двигателях и машинах.

Рулевая машина на судах приводится в действие электрическими или электрогидравлическими двигателями. На судах длиной менее 60 м разрешается вместо машины установка ручных приводов. Мощность рулевой машины выбирается исходя из расчета перекладки руля на предельный угол до 35° с борта на борт за 30 сек.

Рулевой привод предназначается для передачи команд от штурмана из рулевой рубки к рулевой машине в румпельное отделение. Наибольшее применение находят электрическая или гидравлическая передачи. На малых судах применяются валиковые или тросовые приводы, в последнем случае этот привод называют — штуртросовым.

Контрольные приборы следят за положением рулей и исправным действием всего устройства.

Приборы управления передают приказанья рулевому при управлении рулем вручную. Рулевое устройство — одно из самых важных устройств, обеспечивающих живучесть судна.

На случай аварии рулевое устройство имеет дублирующий пост управления рулем, состоящий из штурвала и ручного привода, расположенных в румпельном отделении или вблизи от него.

Для повышения маневренности на современных судах некоторых типов (промысловых, буксирах, пассажирских и специальных судах и кораблях) устанавливают активные рули (см. рис. 5.18, б), поворотные насадки, подруливающие устройства, азимутные (рис. 5.19) или крыльчатые движители. Эти устройства позволяют судам самостоятельно выполнять сложные маневры в открытом море, а также проходить без вспомогательных буксиров узкости, входить на акваторию рейда и гавани и подходить к причалам, разворачиваться и отходить от них, экономя на этом время и средства.

Активный руль представляет собой перо обтекаемого руля, на задней кромке которого установлена насадка с гребным винтом, приводящимся в движение от валиковой конической передачи, проходящей через пустотелый баллер и вращающийся от электродвигателя, установленного на голове баллера. Существует тип активного руля с вращением винта от электродвигателя водяного исполнения (работающего в воде), смонтированного в перо руля.

При перекладке активного руля на борт работающий в нем винт создает упор, разворачивающий корму относительно оси поворота суд-



а



б

Рис. 5.19. Азимутные движители:

а — установленные в днищевой части судна; б — общий вид

на. При работе гребного винта активного руля на ходу судна скорость судна увеличивается на 2...3 узла. При остановленных главных двигателях от работы гребного винта активного руля судну сообщается малый ход до 5 уз.

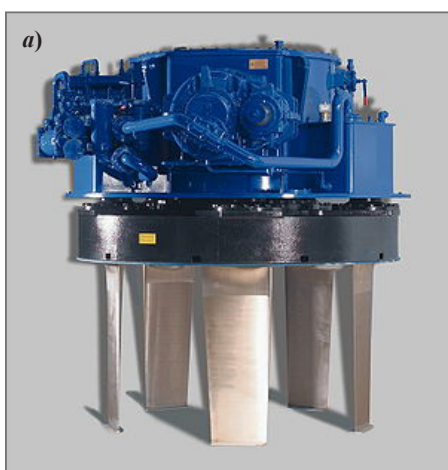
Поворотная насадка, установленная вместо руля, при переключке на борт отклоняет отбрасываемую гребным винтом струю воды, реакция которой вызывает разворот кормовой оконечности судна. Поворотные насадки преимущественно находят применение на речных судах.

Подруливающие устройства выполняются обычно в виде туннелей, проходящих через корпус в плоскости шпангоутов в кормовой и носовой оконечностях судна. В туннелях размещается гребной винт, крыльчатый или водометный движитель, создающие струи воды, реакции которых, направленные от противоположных бортов, разворачивают судно. При работе кормового и носового устройства на один борт судно перемещается лагом (перпендикулярно диаметральной

ной плоскости судна), что очень удобно при подходе или отходе судна от стенки.

Крыльчатые движители (рис. 5.20), установленные в оконечностях корпуса также увеличивают маневренность судна.

Движительно-рулевой комплекс судна (пропульсивный) — совокупность движителей и органов управления, обеспечивающих продольное движение и маневрирование судна (рис. 5.21) [8, 29]. У большинства судов движительно-рулевой комплекс состоит из гребных винтов (рис. 5.22–5.24) и рулей, расположенных таким образом, чтобы повысить пропульсивные качества и маневренность судна. В случае применения движителей, являющихся одновременно органами управления (крыльчатый движитель, поворотная насадка или колонка), рули могут не устанавливаться. Наиболее сложную конструкцию имеют движительно-рулевые комплексы подводных аппаратов, обеспечивающие их пространственное маневрирование.



а)



б)

Рис. 5.20. Крыльчатый движитель:

а — общий вид; б — установленный в днищевой части судна

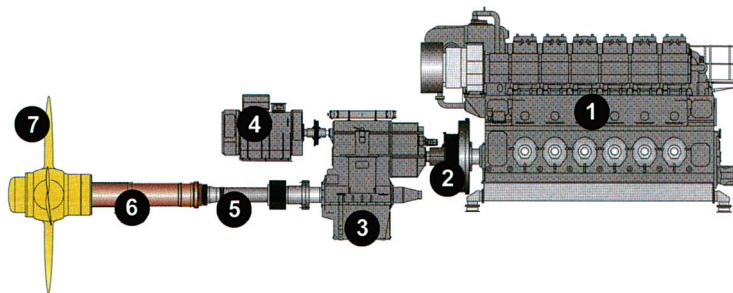


Рис. 5.21. Пропульсивный комплекс судна:

1 — судовый двигатель; 2 — вал двигателя; 3 — редуктор; 4 — электрогенератор; 5 — валопровод с подшипниками; 6 — вал гребного винта; 7 — гребной винт

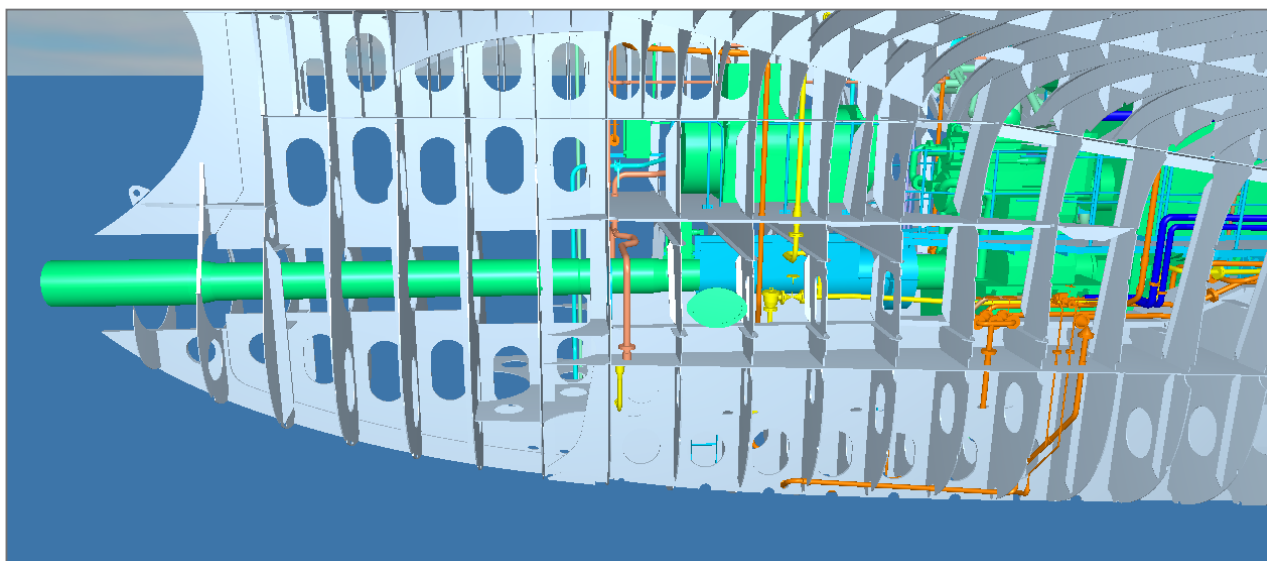


Рис. 5.22. Вал гребного винта в составе корпуса судна (трехмерная модель, созданная в системе Nuplas-Cadmatic)

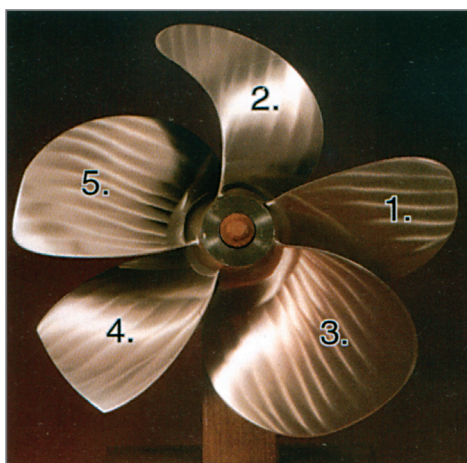


Рис. 5.23. Различные типы лопастей гребного винта:

1 — сейчас практически не используется; 2 — используют при строгих требованиях к уровню шума и вибрации на борту; 3 — большая площадь лопасти уменьшает эффективность винта, но повышает способность судна к остановке и реверсу; 4 — используется в форсунках; 5 — также используется в форсунках, когда уровень шума и вибрации должны быть сведены к минимуму

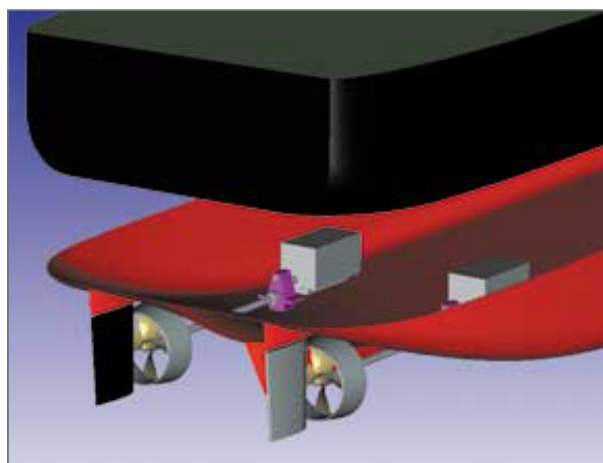


Рис. 5.24. Винты регулируемого шага в насадке

5.5. Спасательное устройство (Life-saving appliances)

Спасательное устройство (рис. 5.25) на судах представлено двумя видами — индивидуальными и коллективными [25, 29]. К индивидуальным средствам (рис. 5.26) относят спасательные жилеты и спасательные круги, а к коллективным — спасательные плоты и шлюпки.

Коллективные судовые спасательные средства (ССС) — это средства, которые могут использоваться группой людей.

Коллективные СССР и их спусковые устройства должны обеспечить надежную и безопасную работу с тем, чтобы они могли быть спущены на воду при наименьшей осадке судна при крене 20° на любой борт и дифференте 10° [25].

Посадка людей в спасательные средства и спуск последних на воду в спокойных условиях не должны превышать по времени:

- 10 мин — для грузовых судов;
- 30 мин — для пассажирских и промысловых судов неограниченного района плавания.

Спасательная шлюпка — это шлюпка, способная обеспечить сохранение жизни людей, терпящих бедствие, с момента оставления ими судна. Именно это назначение и определяет все требования, предъявляемые к конструкции и снабжению спасательных шлюпок [25].

По способу доставки на воду спасательные шлюпки делятся на спускаемые механическими средствами и спускаемые свободным падением.

Независимо от конструктивных различий все спасательные шлюпки должны:



Рис. 5.25. Общее расположение спасательных устройств на судне:

1 — спасательный буй со световым и дымовым сигналом; 2 — стопор с пожарным шлангом; 3 — спасательный буй; 4 — гравитационная спасательная шлюпка; 5 — спасательный плот; 6 — шлюп-балка; 7 — шлюпка свободного падения

– иметь хорошую остойчивость и запас плавучести даже при заполнении водой, высокую маневренность;

– обеспечивать надежное самовосстановление на ровный киль при опрокидывании;

– иметь механический двигатель с дистанционным управлением из рубки, обеспечивающий скорость шлюпки на тихой воде при полном комплекте людей не менее 6 уз и защищенный от случайных ударов гребной винт;

– быть окрашены в оранжевый цвет.



а



б

Рис. 5.26. Индивидуальные спасательные средства:

а — спасательный жилет с ремнем, свистком и светоотражающими полосками; б — спасательный круг с сигнальным бумом

Спасательные шлюпки для нефтеналивных судов имеют огнезащитную конструкцию, оборудованы системами:

- орошения, обеспечивающей проход через непрерывно горящую нефть в течение 8 мин;
- сжатого воздуха, обеспечивающей безопасность людей и работу двигателей в течение 10 мин.

Корпуса шлюпок изготавливают двойными, они должны иметь высокую прочность; рубка должна обеспечивать круговую видимость, иллюминаторы изготавливают из огнестойкого стекла.

Огнезащищенные спасательные шлюпки должны обеспечивать безопасность находящихся в них людей в течение не менее 8 мин, находясь на воде в зоне охватывающего ее со всех сторон огня, а температура воздуха на уровне головы сидящего человека не должна превышать 60°C. Обычно такие шлюпки для повышения огнестойкости оборудуются системой водяного орошения. Для орошения используется забортная вода. Водозаборное устройство системы располагается в нижней части шлюпки таким образом, чтобы исключить попадание в систему горючих жидкостей с поверхности воды.

Каждая спасательная шлюпка должна иметь снабжение соответственно требованиям Международной конвенции СОЛАС-74 [16].

Один раз в месяц шлюпочное снабжение должно проверяться, проветриваться и просушиваться.

Шлюпки, спускаемые механическими средствами, устанавливаются горизонтально по обоим бортам судна. Шлюпбалка — это устройство, предназначенное для хранения шлюпки, имеющее наклоняющиеся за борт балки, используемые при спуске и подъеме шлюпки.

Спуск шлюпки осуществляется на лопарях вдоль борта судна до тех пор, пока шлюпка не окажется на воде. Лопари — стальные тросы, прикрепленные к шлюпке в ее оконечностях и проведенные на лебедку, предназначенные для спуска и подъема шлюпки.

Спуск шлюпки (рис. 5.27) происходит только под действием силы тяжести или накопленной механической энергии и не зависит от судовых источников энергии. Управление спуском шлюпки, спускаемой на тросах, может осуществляться как с палубы судна, так и из шлюпки. Это позволяет при благоприятных погодных условиях не оставлять на борту команду обеспечения спуска.



а



б

Рис. 5.27. Спасательная шлюпка гравитационного типа:

а — в положении по-походному; б — спуск шлюпки

В последние годы стали применять спасательные **шлюпки свободного падения** (рис. 5.28–5.29) [25]. Корпус шлюпки имеет более прочную конструкцию и хорошо обтекаемые плавные обводы, предотвращающие сильный удар при входе шлюпки в воду. Так как при ударе о воду возникают перегрузки, в шлюпке установлены специальные кресла, имеющие амортизирующие прокладки. Перед сходом шлюпки с рампы-эллинга все находящиеся в шлюпке люди должны надежно закрепить себя ремнями безопасности с быстросмыкающейся пряжкой и специальным фиксатором головы. Большое значение для безопасного восприятия динамических нагрузок имеет правильное положение тела в кресле, что должно отрабатываться на тренировках — во время учебных шлюпочных тревог. Шлюпки свободного падения гарантируют безопасность людей при расстоянии от посадочной платформы до поверхности воды 20 м.

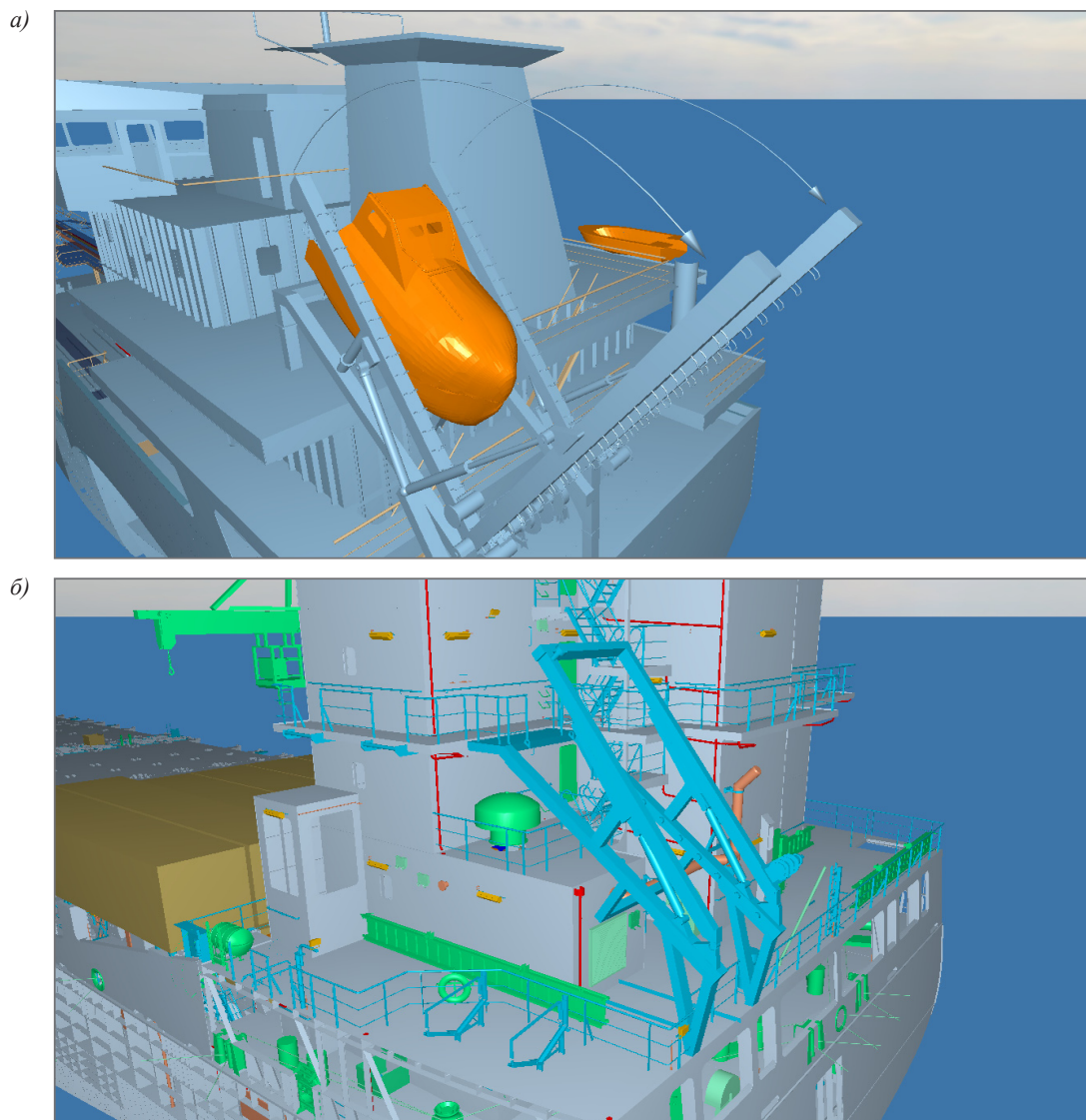


Рис. 5.28. Трехмерная модель шлюпки свободного падения в составе корпуса судна:
 а — шлюпка в момент спуска; б — спусковое устройство



Рис. 5.29. Шлюпка свободного падения, установленная на судне «Maple Galaxy»

Шлюпки свободного падения считаются самым надежным спасательным средством, обеспечивающим эвакуацию людей с гибнущего судна при любых погодных условиях.

Спасательный плот — это плот (рис. 5.30), способный обеспечить сохранение жизни людей, терпящих бедствие, с момента оставления ими судна. Его конструкция должна быть такой, чтобы выдержать на плаву влияние окружающей среды в течение не менее 30 суток при любых гидрометеоусловиях [25].

Плоты изготавливаются вместимостью не менее 6 и обычно до 25 человек (на пассажирских судах могут встретиться плоты вместимостью до 150 человек).

Основное распространение, благодаря своей компактности, получили плоты надувного типа



а



б

Рис. 5.30. Надувной спасательный плот:
а — общий вид; б — спуск на воду

(рис. 5.31). На судне плот спасательный надувной хранится в пластиковом контейнере, состоящем из двух половинок, герметично соединенных и скрепленных бандажными лентами. Прочность лент, или соединяющих концы ленты

звеньев, рассчитывается на разрыв от внутреннего давления газа при надувании плота. Контейнер с плотом устанавливается на специальной раме, прижатый к ней найтовыми, заведенными на устройство отдачи.

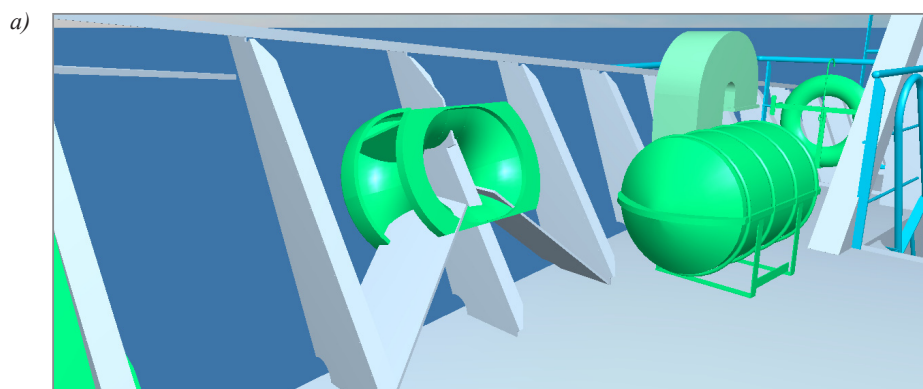


Рис. 5.31. Плот надувного типа:
а — трехмерная модель; б — на борту судна

Контрольные вопросы

1. Какие устройства относят к общесудовым, а какие к специальным?
2. Какие средства обеспечивают безопасность судна?
3. Из каких элементов состоит пропульсивный комплекс судна?
4. Что представляет собой грузовое устройство накатных судов?
5. Каким образом обеспечивается герметичность люковых закрытий грузовых судов?
6. Какие типы якорей используют на различных типах судов?
7. В чем заключаются особенности использования шлюпок свободного падения?



СИЛЫ, ДЕЙСТВУЮЩИЕ НА СУДНО

На корпус судна воздействует множество сил различной интенсивности и направленности (рис. 6.1). Каким образом они действуют, во многом определяется назначением судна [7, 8, 29]. Силы, действующие на буксир, полностью отличаются от сил, действующих на контейнеровоз. Виды сил, встречающихся в условиях волнения, одинаковы для всех судов, но величина и точка приложения их зависят от формы судна ниже ватерлинии.

Характер сил, действующих на судно, достаточно сложный и во многом зависит от следующих параметров:

- веса порожнего судна;
- веса груза, топлива, балласта, провизии и т.д.;
- ледовой категории;
- гидростатического давления воды на корпус судна;
- гидродинамических сил, возникающих в результате движения судна на волнении (рис. 6.2);
- вибрации, обусловленной двигателями, гребным винтом и качкой;
- случайных нагрузок, обусловленных докованием и столкновениями судов.



а



б

Рис. 6.2. Контейнеровоз в условиях волнения:
а — на вершине волны (перегиб); б — на подошве волны (прогиб)



Рис. 6.1. Судно с креном в условиях непогоды

Эти и другие силы являются причинами изменения формы судна. После того, как действие сил прекращается, форма судна возвращается в свое нормальное состояние. Однако, если силы превышают некоторый предел, то возникают остаточные деформации.

6.1. Продольный изгиб корпуса судна (Longitudinal Strength)

Перерезывающие силы (Shearing forces)

Когда судно находится на тихой воде, на него действует сила плавучести, направленная вертикально вверх и равная общему весу судна. Такое равенство не может быть реализовано в местном масштабе (применительно к отдельным частям плавучего объекта), поскольку судно не является однородным объектом прямоугольной формы. Местные отличия между силой плавучести и силой тяжести ведут к увеличению величины перерезывающих сил, что, в свою очередь, ведет к возникновению продольных напряжений (рис. 6.3). При этом перерезывающая сила — это сила, стремящаяся сместить плоскость одной части судна относительно другой [29].

Форма погруженной части корпуса судна точно показывает различие объемов средней

части, носовой и кормовой оконечностей судна, что является причиной различия величин сил плавучести и сил тяжести.

Таким образом, перерезывающие силы появляются в результате того, что:

- вес судна не однороден в носовом и кормовом направлениях;
- внешнее давление на судно изменяется в зависимости от формы подводной части.

Изгибающий момент (Bending moment)

Поясним причины постоянного изменения изгибающего момента и перерезывающих сил. Возьмем, например, плавучий объект прямоугольной формы, который разделен на три части: А, В и С (рис. 6.4, 6.5) [29].

На фигурах 1, 2 и 3 (см. рис. 6.4) оба крайних отсека заполнены грузом. На фигурах 4 и 5 (см. рис. 6.5) внутренний отсек В заполнен грузом. На фигурах 2 и 5 плавучий объект находится на вершине волны, а на фигурах 3 и 6 — на подошве. Наружное давление каждой части изменяется от отсека к отсеку, т.к. меняется характер волнения. При этом, силы тяжести остаются неизменными. Силы плавучести и силы тяжести изображены на рис. 6.4, 6.5 в виде вектора.

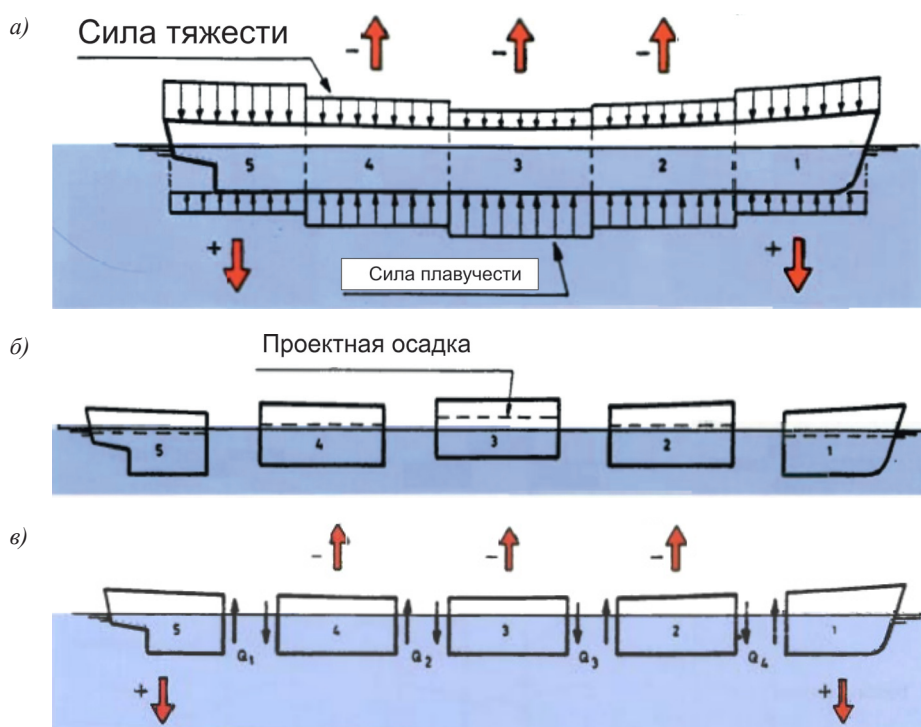
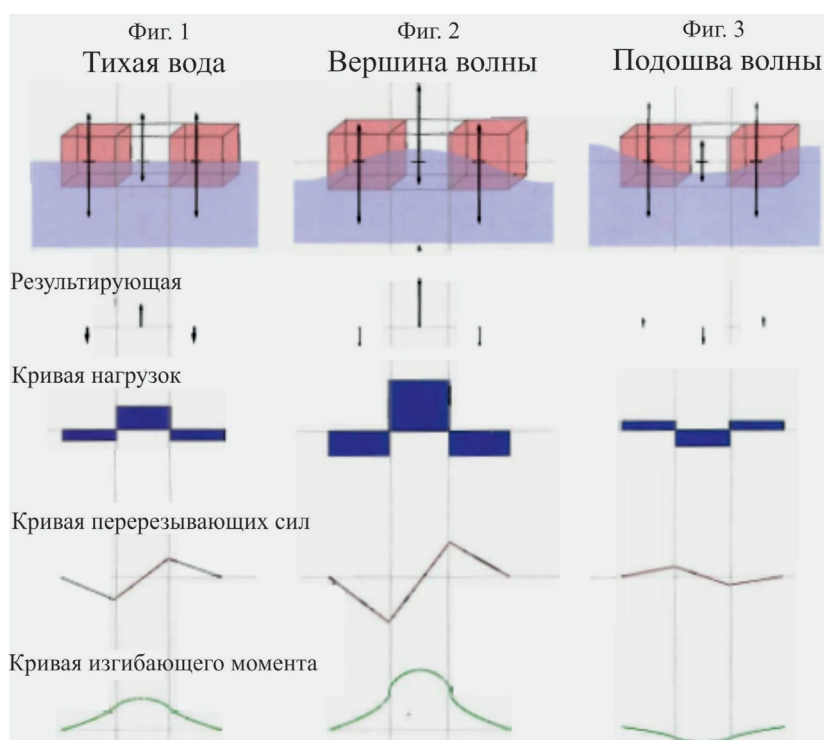


Рис. 6.3. Изменение перерезывающих сил по длине судна:

а — различие между силами тяжести и силами плавучести отдельных частей; б — плавучесть отдельных частей и их актуальная осадка; в — результирующая перерезывающих сил отдельных отсеков



a



б

Рис. 6.4. Перегиб корпуса судна:

a — контейнеровоз в условиях волнения; *б* — кривые нагрузок, перерезывающих сил и изгибающих моментов для случая, когда вес оконечностей плавучего объекта больше, чем средней части

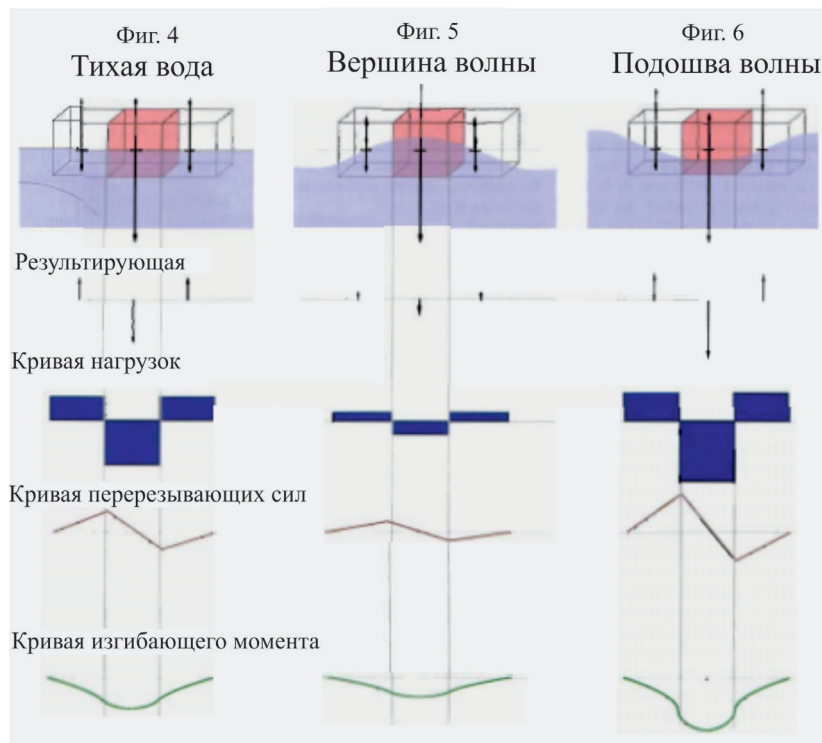
Кривая нагрузок показывает разницу между силами тяжести и силами плавучести на один метр в каждой точке основной линии. Сумма площадей над основной линией и ниже основной линии должны быть равны.

Кривая перерезывающих сил представляет собой сумму перерезывающих сил, расположенных справа от сечения судна, порожденные левой стороной сечения, направленные слева направо. Если направление сил изменяется (сверху

вниз или наоборот), кривая перерезывающих сил меняется с нисходящей на восходящую или наоборот. Кривая перерезывающих сил принимает экстремальное значение в точках, где направление сил меняется. Процедура преобразования кривой нагрузок к кривой перерезывающих сил называется суммированием. При этом сумма площадей над основной линией равна сумме площадей под ней. Перерезывающие силы измеряются в тоннах.



a



б

Рис. 6.5. Прогиб корпуса судна:

a — перелом корпуса судна; *б* — кривые нагрузок, перерезывающих сил и изгибающих моментов для случая, когда вес оконечностей плавучего объекта меньше, чем средней части

Изгибающий момент определяется суммированием перерезывающих сил, идущих слева направо. Изгибающий момент измеряется в тоннах на метр (тм). Если кривая перерезывающих сил меняется с восходящей на нисходящую, или наоборот, на кривой изгибающего момента появляется точка перегиба. Когда кривая перерезывающих сил пересекает основную линию, кривая изгибающего момента изменяется с вос-

ходящей на нисходящую, или наоборот. Судно примет форму кривой изгибающего момента, если на последней существует только одно экстремальное значение (максимум). Состояние на фигурах 1 и 2 (см. рис. 6.4) называется перегибом, а на фигурах 3, 4, 5 и 6 — прогибом. В районе середины высоты корпуса судна находится нейтральная зона. В этом месте практически отсутствуют какие-либо сжимающие или

растягивающие напряжения. Однако, особенно в оконечностях судна, могут возникать опасные горизонтальные сдвигающие напряжения.

Продольные подкрепления. Рисунки 6.4, 6.5 показывают, что наибольшие напряжения возникают во внешних волокнах: в верхней и нижней частях эквивалентного бруса [7]. В этих местах используются листы наибольшей толщины. На рис. 6.6 представлены виды фидерного контейнеровоза, которые ясно подчеркивают разницу в толщинах панелей, расположенных в верхней части бруса и ниже него. В данном примере верхняя часть продольной переборки в 2,5 раза толще, чем следующая часть переборки. Место, где толщина панели изменяется (с 22 мм до 9 мм), называется уклоном.

Программа расчета нагрузок на корпус судна

Существует специальная программа расчета нагрузок, действующих на конструктивные элементы корпуса судна. После того, как судовой офицер ввел вес всех компонентов судна в программу расчета нагрузок, компьютер рассчитывает остойчивость, перерезывающие силы и изгибающие моменты. Затем программа сравнивает текущее состояние судна с требованиями и нормами классификационного бюро и соответствующих законодательных органов. Ниже представлен ряд примеров различных состояний нагрузки судна, которые были представлены компьютерной программой (рис. 6.7–6.9). Состояния сильно преувеличены для наглядности [29].

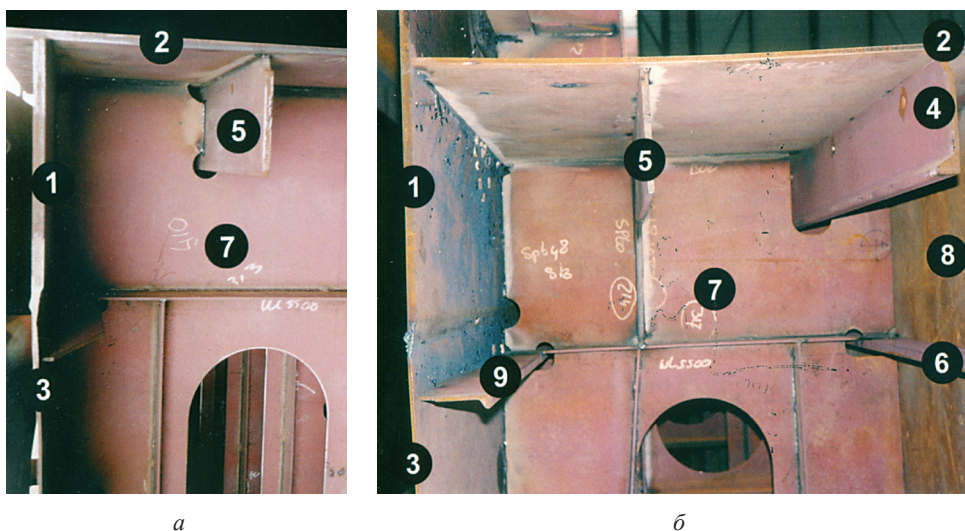


Рис. 6.6. Конструктивные узлы фидерного контейнеровоза:

а — вид на продольную переборку; *б* — вид на другую продольную переборку судна;

1 — утолщенная часть продольной переборки; 2 — настил верхней палубы; 3 — нижняя часть переборки; 4 — продольная балка палубы; 5 — ребро жесткости; 6 — продольная балка борта; 7 — рамный шпангоут; 8 — бортовая обшивка; 9 — продольная балка переборки

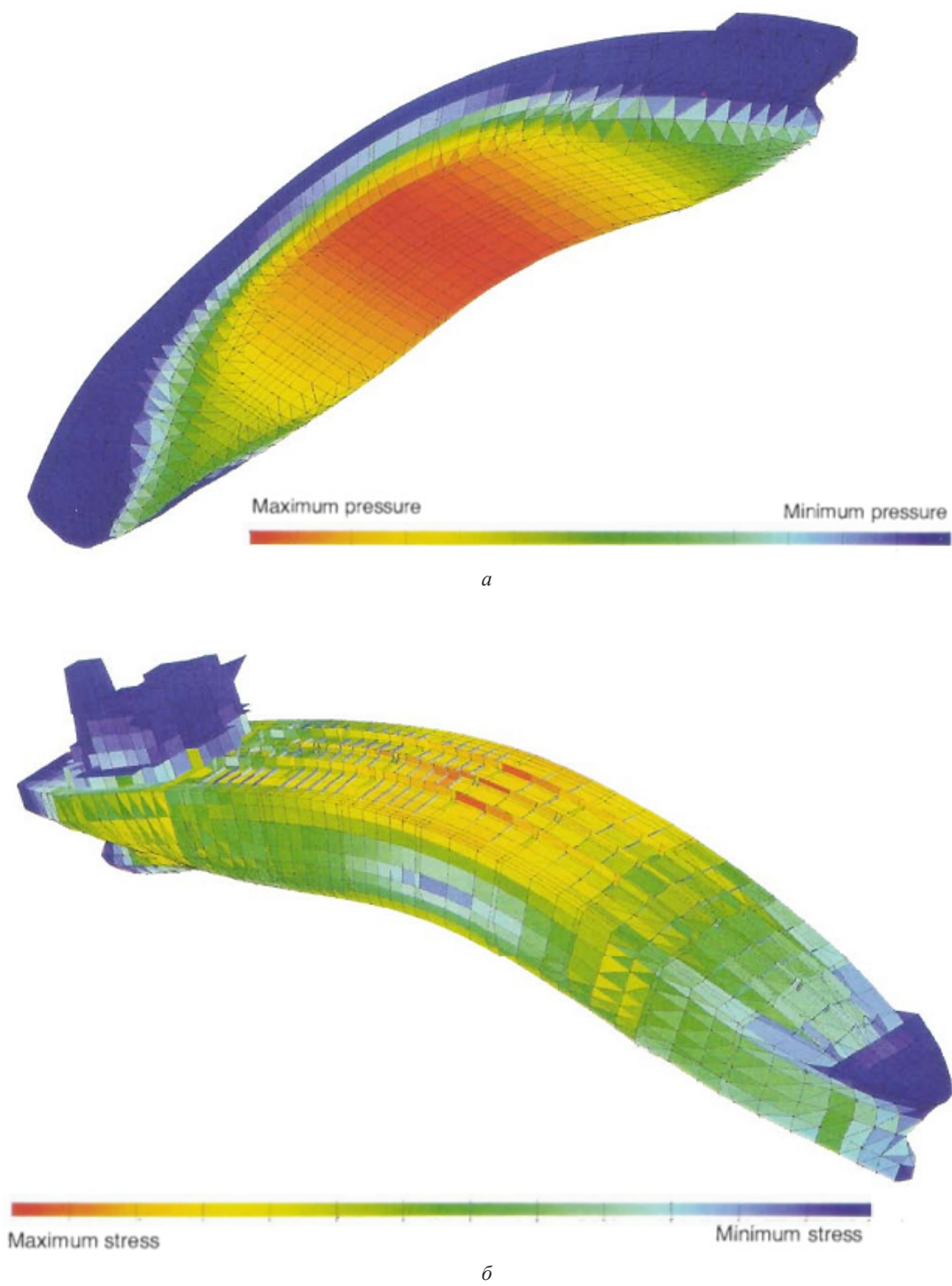


Рис. 6.7. Моделирование нагрузок, действующих на корпус судна в состоянии перегиба — на вершине волны (красный цвет — максимальные напряжения, синий цвет — минимальные):
a — вид на днище; *б* — вид на палубу

Situation 1

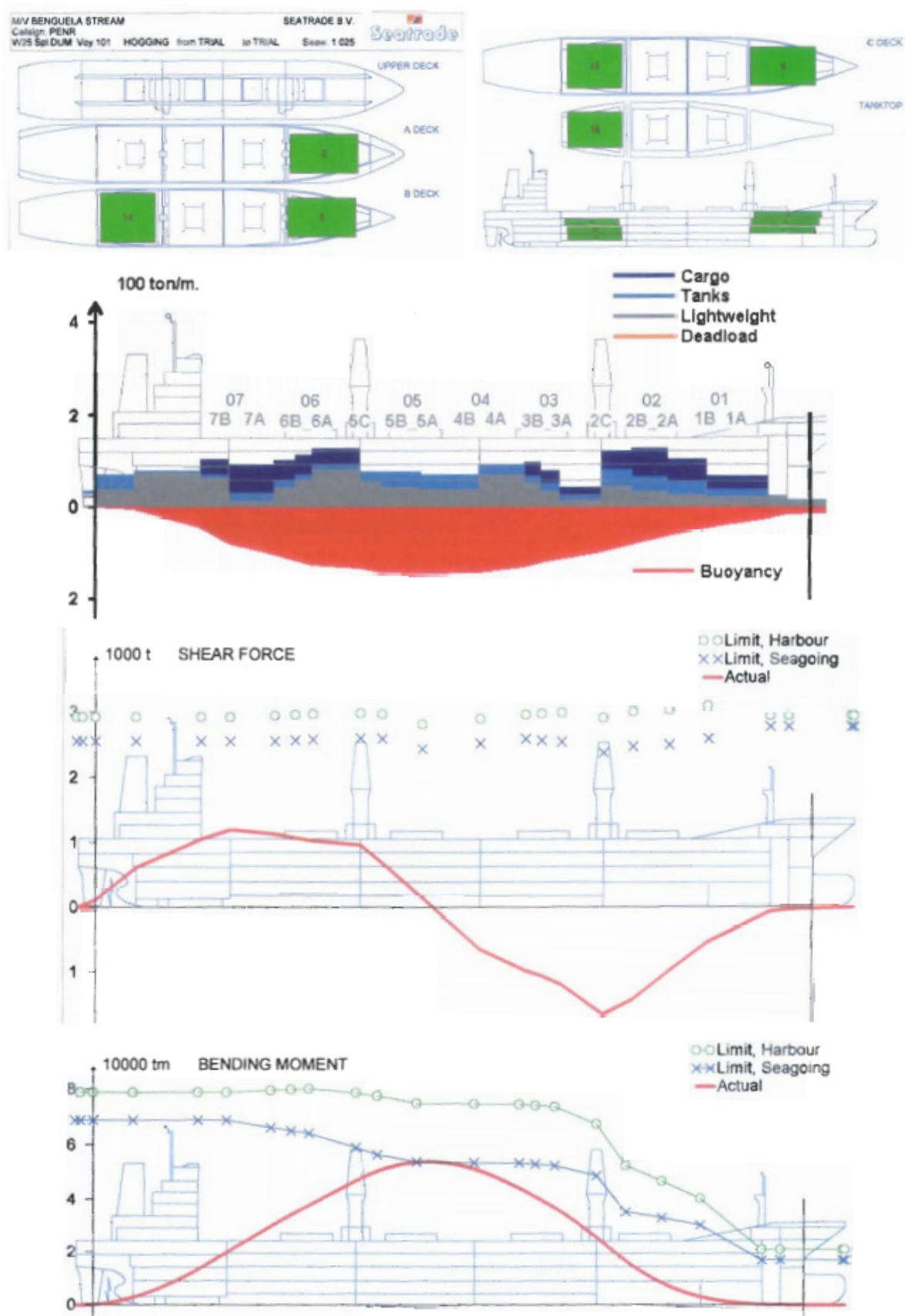


Рис. 6.8. Первый вариант загрузки судна, реализованный компьютерной программой
 (нагружены оконечности судна — состояние перегиба)

Situation 2

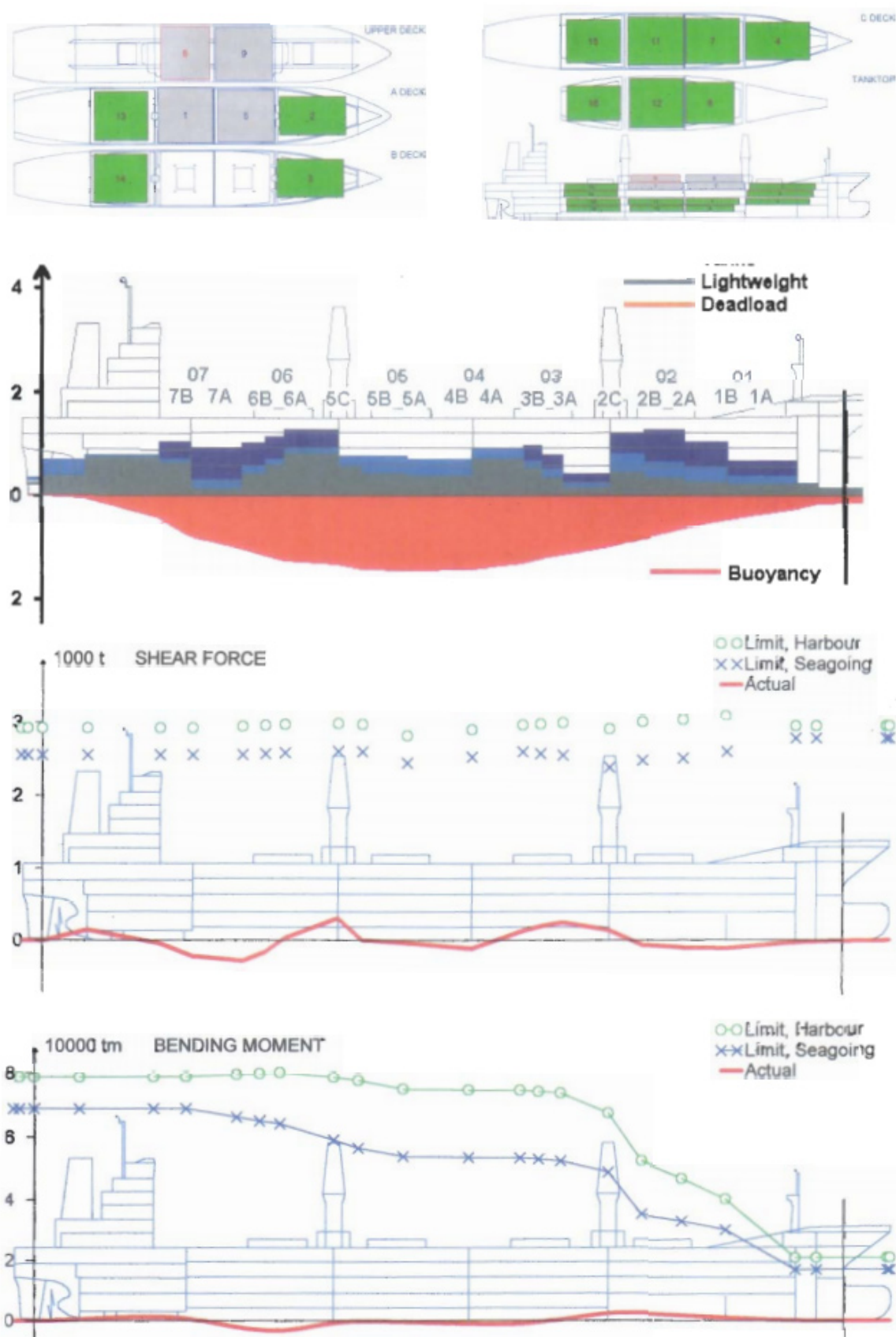


Рис. 6.9. Второй вариант загрузки судна, реализованный компьютерной программой (относительно равномерная загрузка судна)

6.2. Кручение корпуса судна (Torsion of the hull)

Кручение корпуса судна (рис. 6.10) возникает в случае, когда существует асимметрия в распределении масс в горизонтальной плоскости. Например, если в правой части носовой оконечности судна расположен груз весом 100 т, который компенсируется эквивалентным грузом на левой стороне кормовой оконечности судна, то возникает кручение корпуса (крутящий момент). Если оба груза находятся на высоте 10 м выше основной линии, то крутящий момент будет равен 1000 тм. В неблагоприятных погодных условиях, особенно, когда волны подходят под углом к корпусу, величина крутящего момента может возрасти как следствие асимметричного распределения верхнего давления, оказываемого водой на погруженную часть корпуса.

Кручение является причиной того, что судно становится объектом дополнительных напряжений и деформаций, что может привести, например, к разгерметизации грузовых люков. Особенно подвержены кручению «открытые» суда и суда с большими вырезами на палубе. Примером такого рода судов служат контейнерные суда и современные суда для перевозки генеральных грузов.

6.3. Местные напряжения (Local stresses)

Усталостные напряжения (Panting stresses)

Возникают в большинстве случаев в носовой части судна в процессе качки (рис. 6.11). Постоянное изменение давления воды увеличивает напряжения, действующие в наружной обшивке

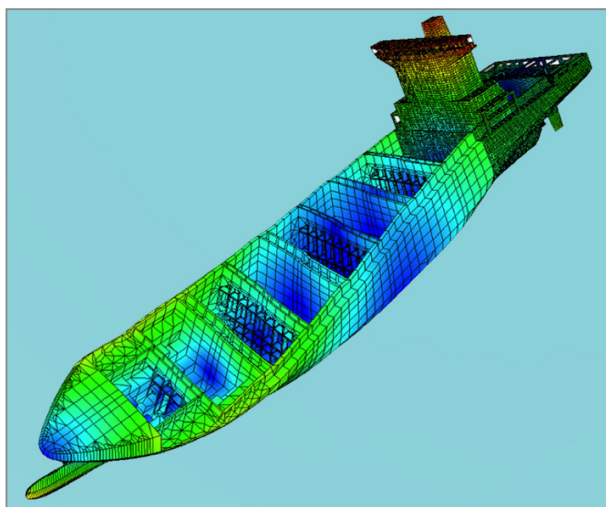


Рис. 6.10. Моделирование кручения корпуса судна

и балках набора. Усталостные напряжения не являются результатом гидростатического давления, а в основном — гидродинамического. Для снижения усталостного эффекта устанавливают систему поперечных балок набора и систему стрингеров вдоль наружной обшивки в районе форпика и ахтерпика.

Нагрузки от качки судна (Pitching loads)

В результате качки судна возникают ударные нагрузки, действующие в плоской части днища и носовой оконечности. Уровень ударных нагрузок понижают увеличением толщины пластин днища, установкой дополнительных боковых кильсонов и уменьшением расстояния между поперечными и продольными балками днища.

Сдвигающие нагрузки (Diagonal loads)

Возникают в случае асимметричного нагружения судна в процессе качки судна. Степень влияния сдвигающих нагрузок понижается установкой шпангоутных и бимсовых бракет, а также поперечных рам и поперечных переборок.

Вибрационные нагрузки (Vibration loads)

Такого рода нагрузки обусловлены:

- вибрацией двигателя;
- вращением гребного винта.



Рис. 6.11. Разрушение конструкции борта в результате действия усталостных напряжений

Нагрузки от докования (Docking loads)

Являются результатом реакции опор (направлены вертикально вверх) в процессе докования судна, таких как киль-блоки, а также результатом вертикальных сил, направленных вниз, действующими между киль-блоками и боковыми блоками.

Судно в условиях волнения (Ship in waves)

В условиях волнения корпус судна испытывает нагрузки, приводящие к изгибу: прогибу (рис. 6.12) в случае, когда судно находится на подошве волны, и перегибу (рис. 6.13), когда судно находится на вершине волны. При этом носовая оконечность судна испытывает наибольшие ударные нагрузки от действия волн (6.14).

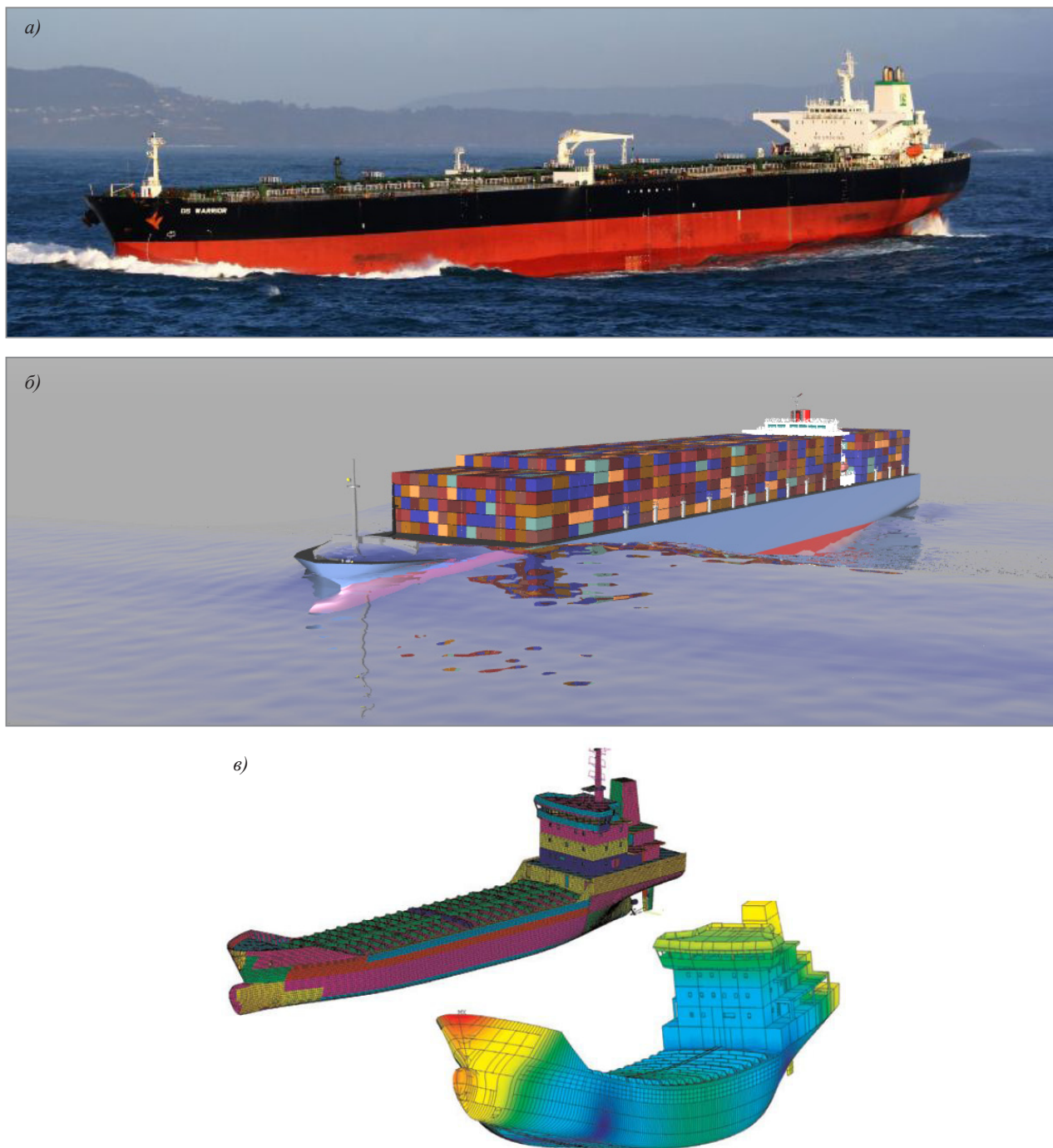


Рис. 6.12. Прогиб корпуса судна, находящегося на подошве волны:

а — танкер в условиях волнения; б — модель контейнеровоза в условиях волнения; в — моделирование нагрузок, действующих на корпус контейнеровоза в условиях прогиба



a

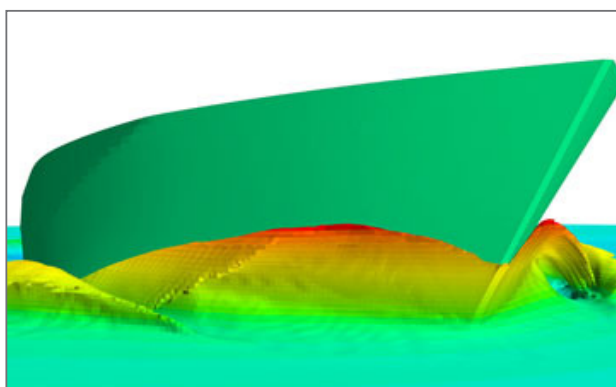


б

Рис. 6.13. Перегиб корпуса судна, находящегося на вершине волны:
a — лесовоза; *б* — балкера



a



б

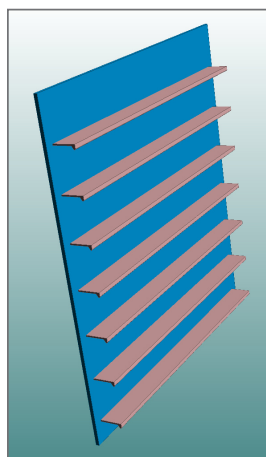
Рис. 6.14. Удар волн о носовую оконечность корпуса судна:
a — реальное судно; *б* — модель (красный цвет соответствует максимальным нагрузкам)

6.4. Установка балок набора (Stiffening)

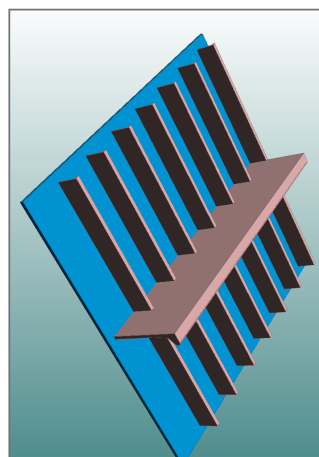
Назначение балок набора

Во избежание потери формы судовых перекрытий под действием перерезывающих сил, изгибающих моментов и местных нагрузок их необходимо подкреплять специальными балками набора. Примерами судовых перекрытий являются: бортовые, днищевые и палубные, переборки и настил второго дна. По сравнению с размерами судна толщины панелей имеют очень маленькое значение: 10...20 мм. После того, как балки набора установлены на перекрытие, происходит резкое увеличение его прочности за счет снижения уровня напряжений, что, в конечном счете, предотвращает местную потерю устойчивости. Такой подход позволяет выполнять пластины подкрепленных перекрытий значительно тоньше. Примерами подкрепляющих балок являются шпангоуты на внутренней стороне наружной обшивки, профиль большинства которых представляет собой несимметричный по-

лособульб. Необходимость использования балок набора в корпусе судна показывают рис. 6.15, 6.16 [1, 29].



a



б

Рис. 6.15. Установка балок набора на судовом перекрытии:

a — только поперечных балок (сопротивление изгибающему моменту); *б* — наличие продольного стрингера для повышения устойчивости перекрытия

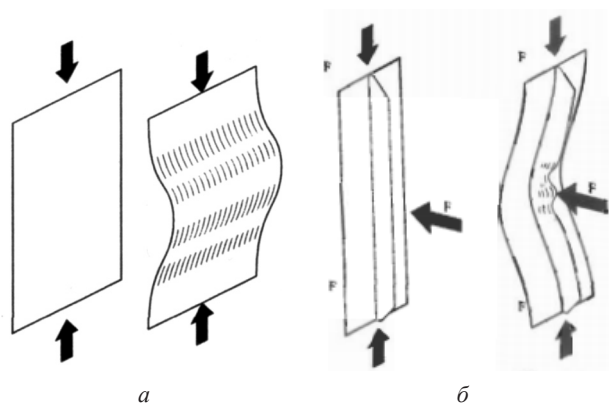


Рис. 6.16. Устойчивость пластин:

a — потеря формы под действием сжимающих усилий; *б* — повышение устойчивости перекрытия, но недостаточное сопротивление изгибающим нагрузкам

В случае, если все балки набора установлены параллельно друг другу (перпендикулярно носовому и кормовому направлению), то изгиб балок возможен в перпендикулярной плоскости. Для устранения такого эффекта устанавливают дополнительные балки набора, перпендикулярно основному направлению (см. рис. 6.15, *б*). Такие балки набора называются стрингерами для поперечных балок набора, и рамными шпангоутами — для продольных балок. В конструкциях переборок также используют такую систему. Для палубных перекрытий поперечными балками являются бимсы, а продольными — карлингсы.

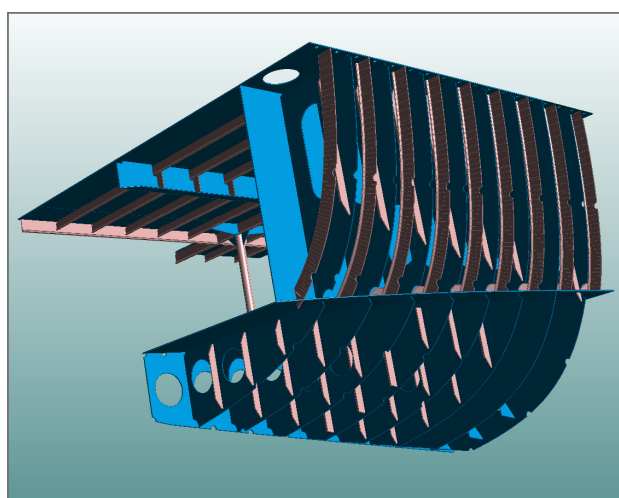
Одни и те же балки набора имеют различные наименования в зависимости от их расположения в корпусе судна. В таблице приведены соответствующие наименования.

Таблица. Наименование балок набора в зависимости от их расположения на судне

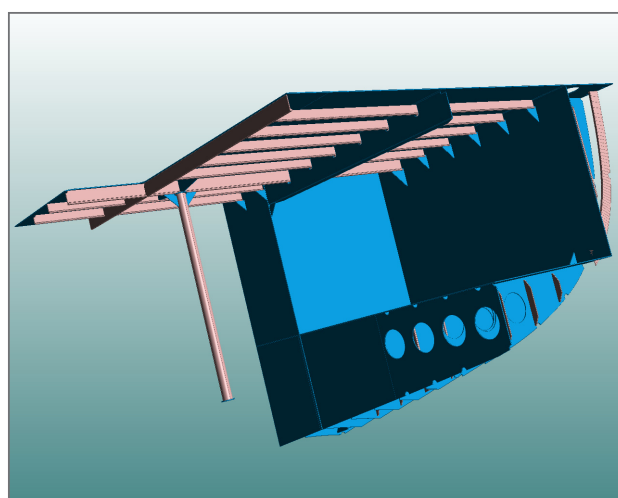
Тип перекрытия	Ориентация балки	Наименование балки
Бортовое	Продольная Поперечная	Стрингер Шпангоут
Переборка	Продольная Поперечная	Стрингер Стойка
Палубное	Продольная Поперечная	Карлингс Бимс
Днищевое	Продольная Поперечная	Стрингер (кильсон) Флор
Настил двойного дна	Продольная Поперечная	Стрингер (кильсон) Флор

Продольная и поперечная системы набора корпуса судна (Longitudinal framing system and transverse framing system)

Из данной главы учебного пособия становится ясным, что продольные нагрузки на корпус присутствуют на всех типах судов и играют тем большую роль, чем больше длина судна [1]. Таким образом, суда длиной менее 70 м (например, рыбопромысловые суда или буксиры) обычно набраны по поперечной (рис. 6.17, 6.18) системе набора (большая часть балок ориентирована поперек длины судна). Суда длиной более 70 м обычно строят в соответствии с продольной (рис. 6.19–6.21) системой набора (большая часть балок ориентирована вдоль длины судна). При этом такое классификационное общество, как Регистр Ллойда не требует расчетов продольной прочности корпуса, если длина судна менее 65 м [29].



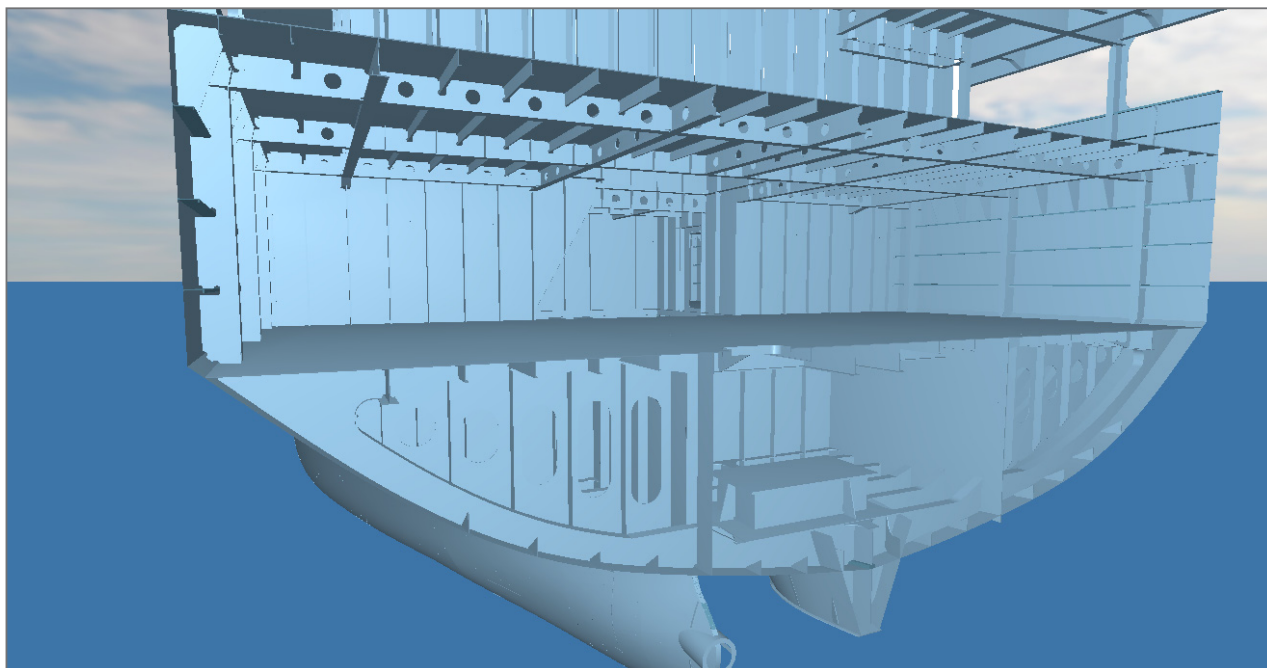
a



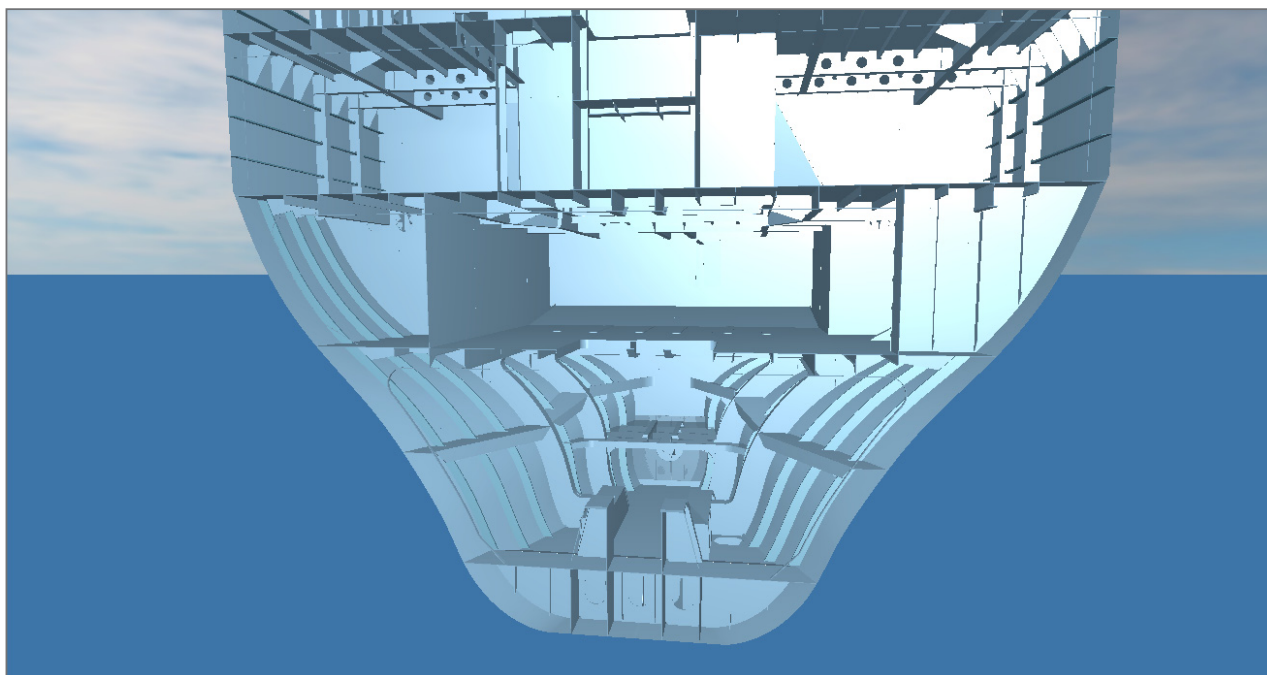
б

Рис. 6.17. Трехмерная модель судового блока:

a — вид на двойной борт и двойное дно с поперечной системой набора перекрытий; *б* — вид на палубу с поперечной системой набора



a



б

Рис. 6.18. Трехмерная модель кормовой секции нефтяного танкера:

a — вид на верхнюю палубу с продольной системой набора; *б* — вид на бортовые секции с поперечной системой набора

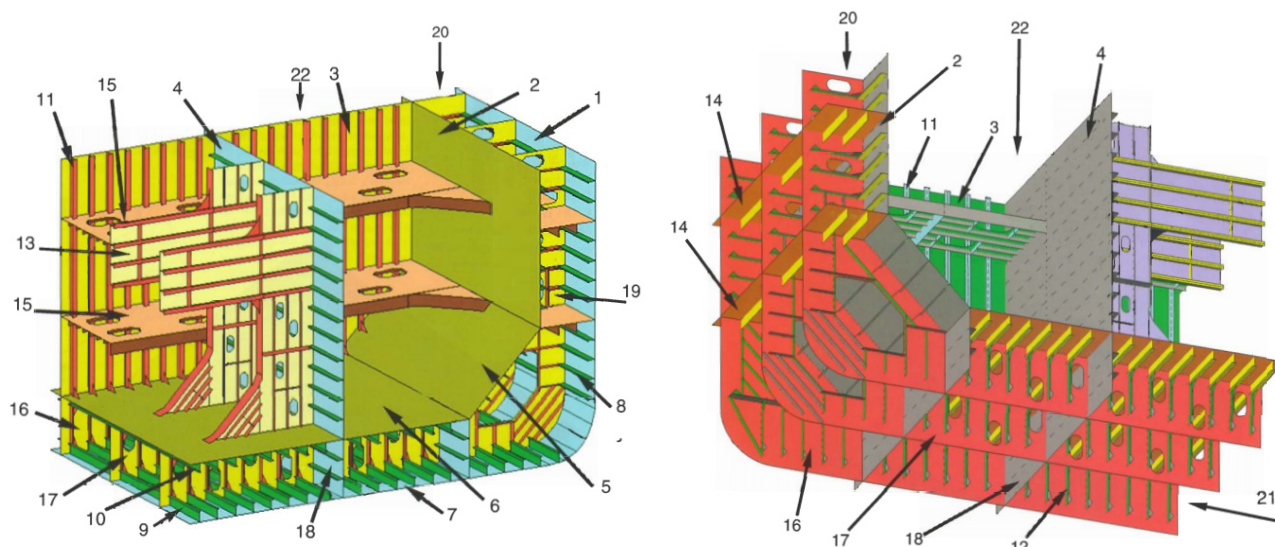
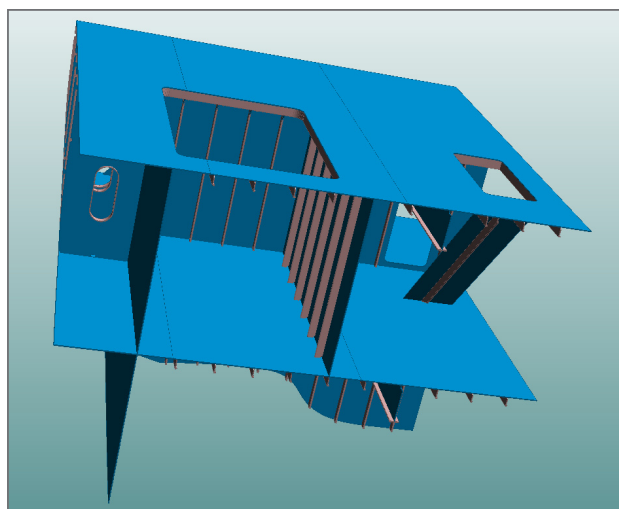


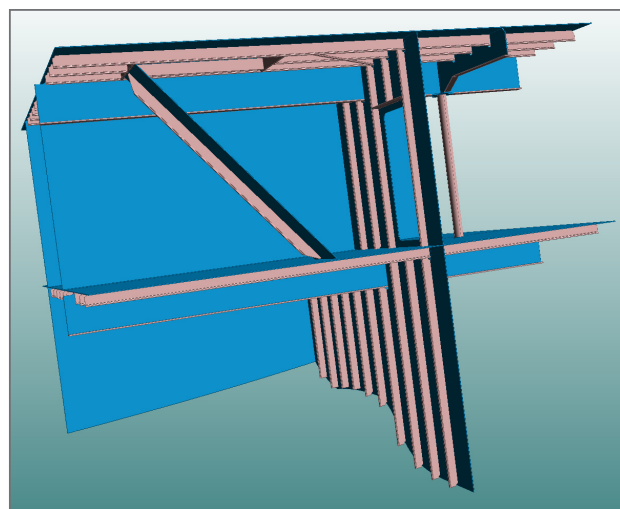
Рис. 6.19. Конструкция танкера с двойным корпусом и продольной системой набора:

а — вид на поперечную переборку; *б* — вид на продольную переборку;

1 — наружная обшивка; 2 — продольная переборка внутреннего корпуса; 3 — поперечная переборка; 4 — продольная переборка; 5 — днищевая цистерна; 6 — настил второго дна; 7 — днище; 8 — продольная балка борта; 9 — продольная балка днища; 10 — продольная балка настила второго дна; 11 — балка набора переборки; 12 — ребро жесткости с бракетой; 13 — поперечная балка; 14 — стрингер; 15 — палубный стрингер; 16 — водонепроницаемый флор; 17 — рамный флор; 18 — водонепроницаемый боковой кильсон; 19 — рамный шпангоут; 20 — бортовая балластная цистерна; 21 — двойное дно; 22 — грузовой танк



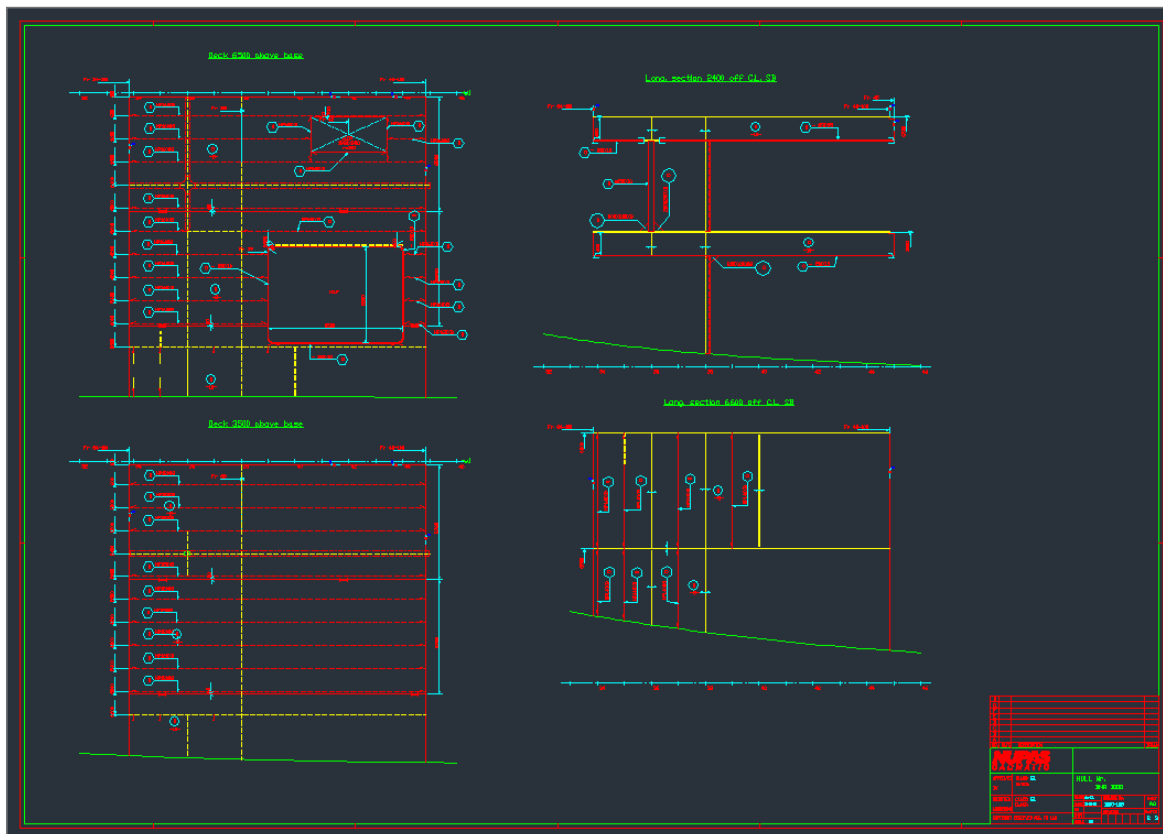
а



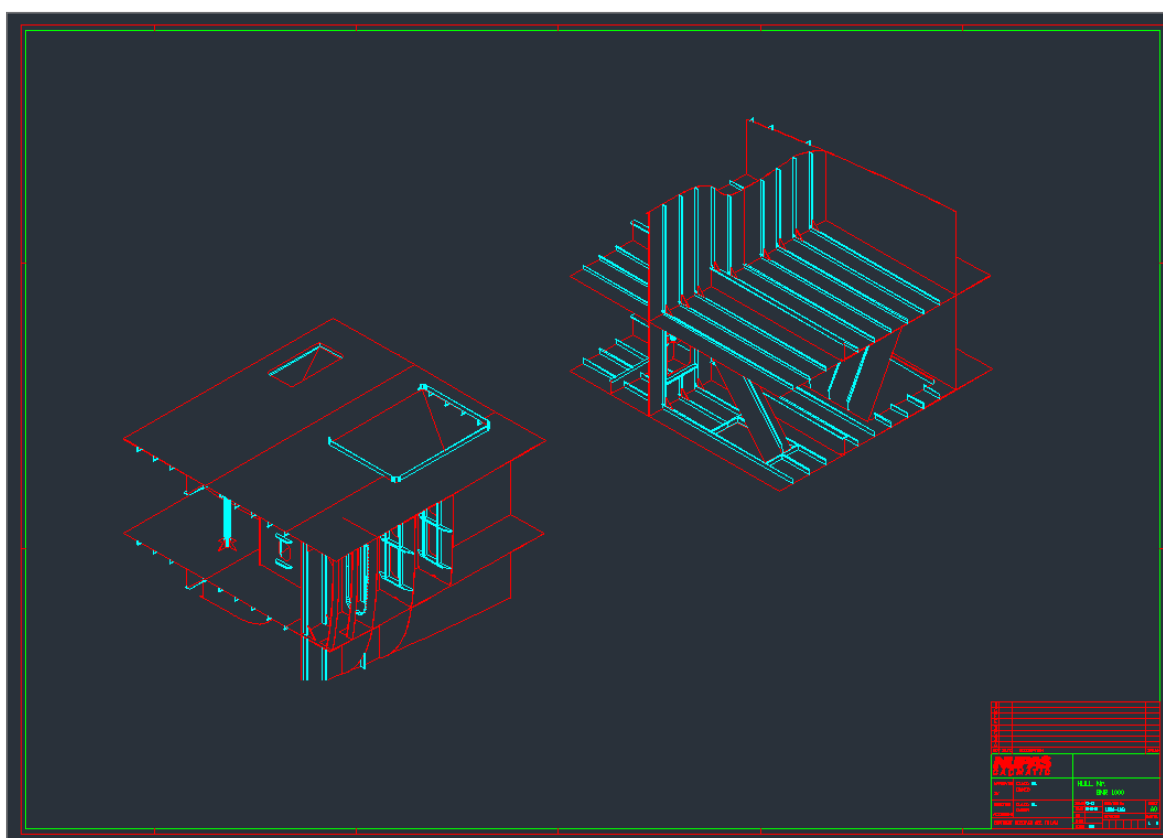
б

Рис. 6.20. Трехмерная модель судового блока, разработанная в системе Nupac-Cadmatic:

а — вид на палубы с продольной системой набора; *б* — вид на поперечную и продольную переборки



a



b

Рис. 6.21. Рабочие чертежи на судовой блок, изображенный на рис. 6.20:
a — основные виды (на обе палубы и продольные сечения); *b* — изометрические проекции

Контрольные вопросы

1. Каков характер сил, действующих на корпус судна?
2. В чем заключается природа возникновения продольного изгиба корпуса судна на тихой воде?
3. Чем обусловлено кручение корпуса судна?
4. Какие требования предъявляют к прочности судового корпуса?
5. В чем состоит опасность такого явления как вибрация?
6. Какова причина использования подкрепляющих балок набора?
7. По какой системе набора строят суда длиной менее 50 метров?



ОБСЛУЖИВАНИЕ И ДОКОВАНИЕ СУДОВ

7.1. Корпусные материалы и коррозионная стойкость

Древесина (Wood)

До конца 18 века древесина была единственным конструкционным материалом для судов. При этом некоторые из этих судов имели более продолжительный срок службы, чем их стальные приемники. На современных судах дерево используют только для выполнения настила палуб, лестниц и внутренней отделки помещений, особенно на крупных судах. При этом крайне сложно найти такой тип древесины, который не подвержен гниению. В результате любое деревянное покрытие должно иметь защиту от гниения. Древесина, используемая для изготовления палуб, имеет следующие преимущества: не скользит и, в отличие от металла, не подвержена усталостным напряжениям. Дерево, настилаемое на стальной палубе, для того чтобы избежать чрезмерной коррозии, необходимо применять с большой осторожностью. Вода, ни при каких обстоятельствах, не должна попадать в прослойку между деревом и металлической конструкцией палубы, в противном случае это приведет к чрезмерной коррозии [23].

Сталь (Steel)

До 1800-х годов в конструкции корпуса судна преобладала древесина, в дальнейшем стал применяться смешанный корпус (например, деревянные пояски на стальных шпангоутах) и затем — полностью стальной. Смешанный корпус представлял собой смесь металлических балок и деревянной бортовой обшивки с настилом палуб, что позволило строить суда длиной до 90 м. Появление в 1830 году парового двигателя ускорило процесс использования металла во всей конструкции корпуса судна, а переломным моментом стало строительство знаменитого судна

“Great Eastern” в 1853 году (длина судна — 200 м, ширина — 25 м, высота борта — 17 м). В районе 1875 года процесс выплавки стали был значительно усовершенствован. При этом на данный момент (2015 г.) сталь все еще остается наиболее популярным материалом в конструкции корпуса судна по следующим причинам [29]:

- экономические преимущества (сравнительно невысокая стоимость);
- высокая прочность;
- пригодность к сварке;
- сопротивление хрупкому разрушению;
- доступность.

Сталь, используемая в качестве конструкционного материала для судов и других плавучих сооружений, можно разделить на следующие группы:

- а) для листовых конструкций и профилей:
 - Mild Steel (MS) с пределом текучести 235 Н/мм²;
 - High Strength Steel (HS) с пределом текучести 265...390 Н/мм²;
 - Extra High Strength Steel (EHS) с пределом текучести 420...690 Н/мм²;
- б) стальные штампованные детали:
 - типичными примерами штампованных деталей являются коленвалы, валы гребных винтов, баллеры, детали двигателя;
- в) стальные отливки:
 - позволяют изготавливать детали со сложной формой поверхности, такие как кормовые рамы, элементы пера руля, якоря, корпуса насосов и др.;

г) нержавеющая сталь — это сплав стали, хрома, никеля и, в некоторых случаях, других элементов. Поверхность такой стали имеет нейтрализующий слой. Такого рода покрытие защищает материал от коррозии. Нержавеющая сталь является более благородной, чем обычная сталь, и, следовательно, меньше корродирует [23].

Алюминий и его сплавы (Aluminum and its alloys)

Алюминий является очень мягким металлом, но при правильном выборе элементов для формирования сплава прочность и жесткость последнего может быть существенно увеличена. Несмотря на то, что алюминий не является благородным металлом, коррозия для него не существенна, поскольку металл покрыт очень плотным оксидным слоем, который его надежно защищает. Если химические или электрические потоки повредят оксидный слой, то будет иметь место интенсивная коррозия. Основным преимуществом использования алюминия является его низкий вес. Несмотря на то, что алюминий гораздо мягче стали, работать с ним намного сложнее. Алюминий используется на пассажирских судах, яхтах, спасательных лодках, высокоскоростных легковесных моторных судах в тех частях, где необходимо иметь небольшой вес или должно выполняться условие ненамагничиваемости. К таким частям относят, например, рулевую рубку рыбопромысловых судов или окрестности компасов на больших судах.

Медь и ее сплавы (Copper and its alloys)

Латунь (Brass)

Латунь — это сплав умеренно благородной меди и менее благородного цинка. Агрессивная среда по типу морской воды растворяет цинк, делая оставшуюся медь пористой. Именно поэтому латунь никогда не используется для тех частей корпуса, которые могут вступать в регулярный контакт с морской водой.

Бронза (Bronze)

Бронза — это сплав умеренно благородной меди и менее благородного олова. Бронза устойчива к воздействию морской воды и поэтому используется в гребных винтах, вентилях, охладителях и практически во всех частях судна, которые вступают в непосредственный контакт с морской водой. Бронза все еще широко распространена в теплообменниках и насосах. В очень агрессивной воде имеет тенденцию к медленному растворению, что является причиной того, что бронзовые винты через значительный промежуток времени становятся шероховатыми.

Материалы для гребных винтов

Сегодня каждое предприятие по производству гребных винтов имеет свои собственные

сплавы в зависимости от сферы использования винта. Как правило, эти сплавы схожи с бронзой, но с более сложной композицией. Почти во всех случаях данные сплавы либо содержат совсем малое количество, либо вообще не содержат железа, поэтому ведут себя благороднее, чем сталь. В крайне редких случаях гребные винты выполняют их нержавеющей стали. Самый прочный сплав сегодня — это сплав меди, никеля и алюминия.

Синтетические материалы (Synthetic materials)

Существует большое разнообразие синтетических материалов [29], которые особенно распространены в яхтостроении. В общем случае, синтетика не подвержена коррозии. Однако ультрафиолетовая радиация в солнечном свете и старение материала могут ослабить соединительные связи. Синтетика намагничивается и не может быть сварена. На крупных судах синтетика используется в трубопроводных системах из-за ее неспособности проводить электричество и невосприимчивости к коррозии. Сегодня краска, в значительной степени, тоже является синтетикой. Судовые канаты больше не делают из манилы, а выполняют из различных синтетических волокон. Синтетика в некоторых случаях легко воспламеняется, но всегда лучше ослабляет нагрев, чем металлы. Металлы, такие как железо и алюминий, могут возгораться, как факел, при чем, потушить их практически невозможно. Положительным является то, что металлические конструкции трудновоспламенимы.

Коррозия (Corrosion)

Из металлургии известно, что железо добывают из железной руды в доменных печах путем извлечения кислорода из руды избытком углерода. Коррозия — это описанный выше процесс в обратном направлении [29]: металл рекомбинируется с кислородом или в редких случаях с другими компонентами (рис. 7.1). В большинстве случаев результатом является плотный оксидный слой, который защищает нижний слой металла. В случае железа, однако, оксид преобразуется в феррогидроксид посредством воды. Это не дает нижележащему слою металла никакой защиты от последующей коррозии.

Коррозия может быть ускорена, если на поверхности металла присутствуют какие-либо организмы (рис. 7.2). За бортом такое обрастание повышает сопротивление судна, а внутри судна

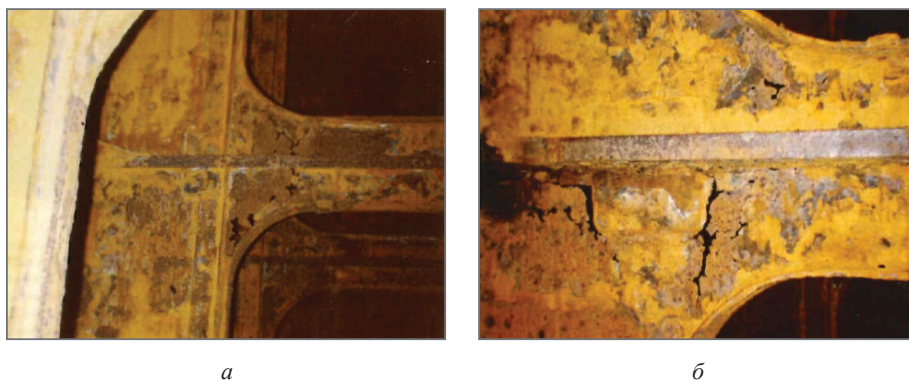


Рис. 7.1. Коррозия балластной цистерны танкера:
а — вид на балластную цистерну; *б* — вид на материал цистерны при значительном увеличении

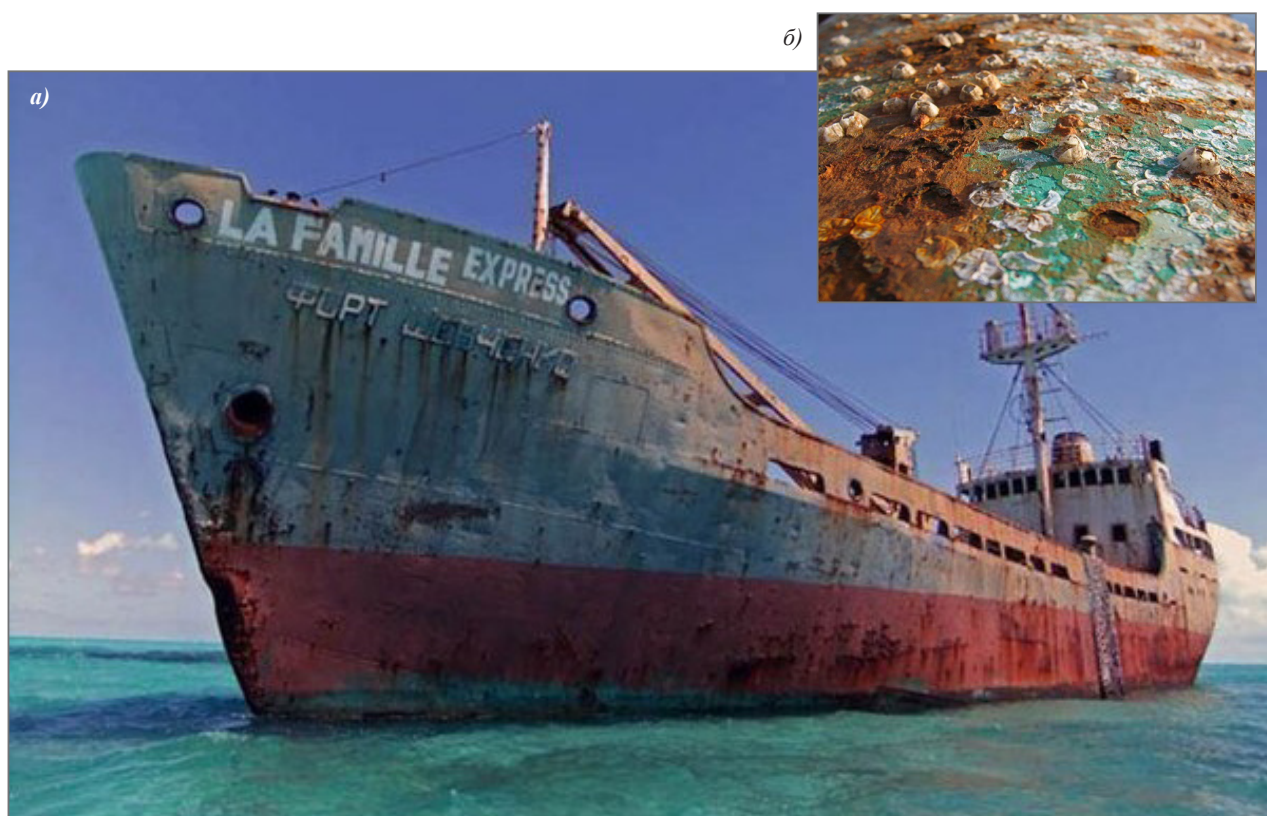


Рис. 7.2. Коррозия корпуса судна:
а — общий вид корпуса; *б* — вид на материал корпуса при значительном увеличении

это может создавать помехи в трубопроводных системах и выхлопных ящиках. Коррозия также может быть ускорена электрическими потоками и давлением.

Сталь наиболее подвержена коррозии.

Для защиты судна от коррозии проводятся следующие мероприятия:

- использование защитных слоев (окрашивание);
- катодная защита;
- выбор других материалов таким образом, чтобы понизить потенциальное электрическое напряжение.

7.2. Окрашивание судового корпуса и защитные покрытия

Защитный поверхностный слой может противодействовать либо понижать уровень коррозии. Для этого можно выбрать один из следующих методов:

- временные защитные слои по типу смазочных материалов (в основном используется в различных частях двигателя);
- неорганический верхний слой — анодированный слой (очень сильный оксидный слой) или эмаль;

– органический верхний слой в виде эпоксидной краски (2-х компонентный) или обычной краски (1-но компонентный). Первое покрытие используется в качестве грунтовки для первоначальной защиты стали от коррозии.

На судах в качестве защитного слоя применяют краску, которая делится на несколько типов:

- обычная краска;
- краска с естественным высыханием;
- окислительная краска;
- химически активная краска.

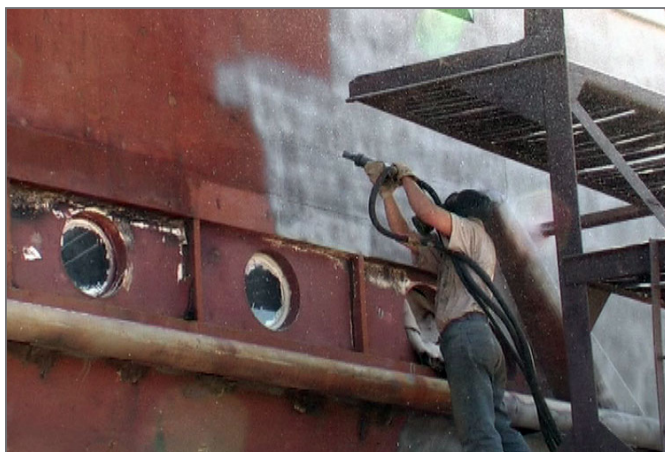
Для хорошего результата окрашивания очень важно, чтобы материал, который будет подвержен покраске, был предварительно обработан. Окрашивание должно производиться в условиях, когда колебания температуры и влажности минимальны. Именно это послужило причиной того, что все большее количество судов окрашивают в закрытых и прошедших акклиматизацию помещениях.

Предварительная обработка — это основа хорошей защиты материала. Чем лучше материал будет очищен, тем лучше будет результат. Материал очищают следующими способами (рис. 7.3):

- ручным инструментом;
- механической очисткой (машинами);
- химической очисткой, особенно при обезжиривании;
- термической очисткой;
- пескоструйной обработкой;
- водяной струей.

Прежде чем наносить краску, необходимо убедиться, что:

- поверхность очищена от влаги, пыли и жира;
- поверхность не имеет никаких признаков конденсации и отсутствуют предпосылки для появления конденсата;
- наружная температура не превышает 40°C или становится ниже, чем минимально допустимая.



а



б



в



г

Рис. 7.3. Очистка корпуса судна:
а — химическая; б — водяной струей; в — пескоструйная; г — термическая

мая температура окрашивания; некоторые виды красок могут быть использованы даже при -5°C ;

- краска подготовлена правильно; бинарная краска смешана в нужных пропорциях;
- краска хорошо перемешана перед использованием, например, с помощью блендера;
- будут использованы корректные инструменты: кисть, валик или распылитель (рис. 7.4).

Распылитель используется только для больших площадей. Распыление гарантирует, что слой краски распределится равномерно, но толщина слоя может быть больше, чем при использовании кисти или валика. Толщина слоя краски может быть выражена как толщина мокрого слоя или толщина сухого слоя, обычно измеряется в микронах (10^{-6} м).

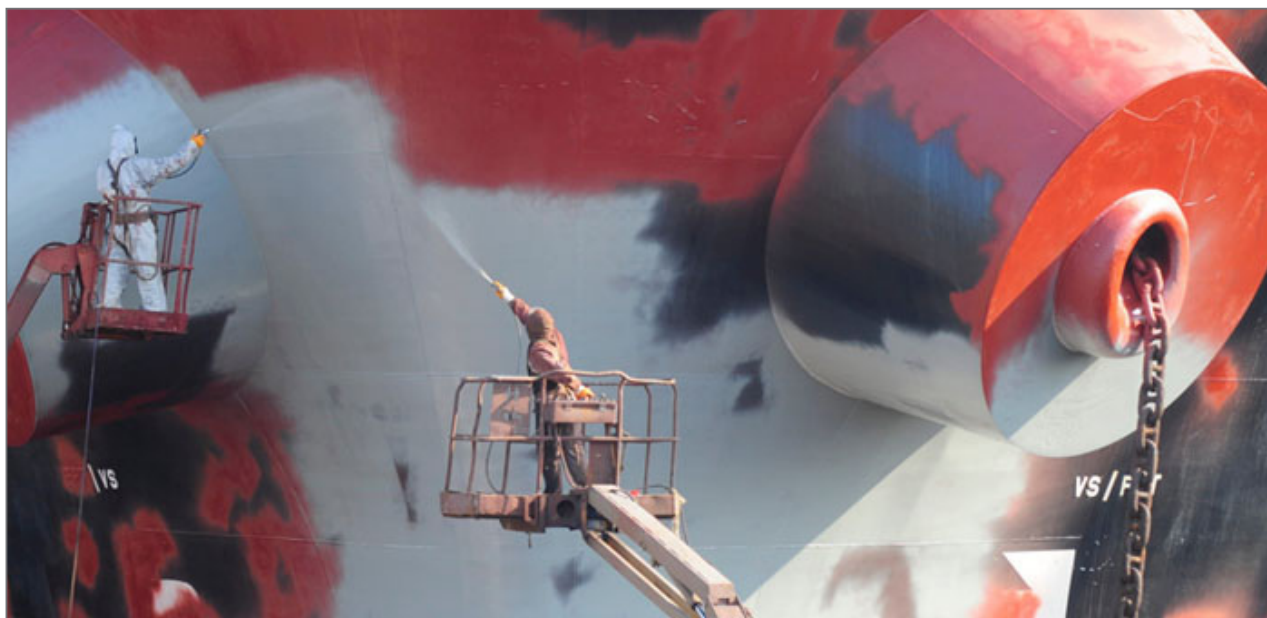


Рис. 7.4. Окрашивание корпуса судна с использованием распылителя

Катодная защита

Для того чтобы понять, как работает катодная защита, необходимо более детально рассмотреть коррозионный процесс. Результатом данного процесса является тот факт, что материал может вступать в реакцию с различными химическими элементами из своего окружения. Реакции делятся на:

- химические;
- электрохимические.

Данные реакции протекают исключительно на поверхности металла.

Практически во всех химических реакциях происходит перенос заряда между реагентами. Если данный обмен зарядами имеет локальный эффект, то реакция называется химической, а результат — химической коррозией. В случае, если вода вступает в контакт с оксидом железа, то образуется такое соединение как гидроксид железа (ржавчина). Ржавчина очень пористая, поэтому процесс окисления продолжается.

Многие соединения имеют тенденцию к образованию заряженных частиц (ионов) в воде.

Ионы могут свободно перемещаться в воде. Соединениями, которые всегда ведут себя подобным образом, являются кислоты, основания, растворимые соли, металлы и некоторые газы. Следствием ионной мобильности является тот факт, что химические реакции и случайный электрический поток (не обязательно локальный) могут простираются на большие площади. Данные электрохимические реакции достаточно сложно остановить.

Электрохимические реакции на судах могут протекать в следующих местах:

- между гребным винтом и окружающей сталью;
- между частями, содержащими медь, и стальными участками трубопроводных систем;
- между алюминиевыми и стальными участками на судне.

Предотвратить электрохимическую коррозию можно следующими путями:

- изоляция части металла, соприкасающейся с водой, путем ее окрашивания. Это оберегает металл от контакта с кислородом и электроли-

том. Если слой краски остается нетронутым, это работает. Как только слой повреждается, начинается процесс коррозии;

- изменение направления течения тока путем использования специального анода на основном металле;

- изменение направления течения тока путем создания противоположного потенциала.

Катодная защита, использующая восстанавливающие аноды, называется пассивной катодной защитой. Представляет собой блоки цинка и алюминия, приваренные к корпусу судна в различных местах с использованием стальных полос. Данные аноды имеют такой низкий потенциал, что они «высасывают» электрический ток из незащищенной стали корпуса судна быстрее, чем ток может войти в обшивку через части, содержащие медь. Если слой краски ниже ватерлинии поврежден, там будет течь электрический ток из воды в металл. Если повреждение обширное, то аноды будут растворяться быстрее. После того как аноды растворяются, начнут растворяться другие металлы.

Основным преимуществом использования восстанавливающих анодов является низкая стоимость.

К недостаткам подобного рода анодов относят:

- ограниченная продолжительность жизни анодов: от 1 до 5 лет;

- плавающий вокруг судна лед, нерегулярное растворение и другие разрушительные факторы могут снизить уровень защиты совершенно неожиданным образом, что может привести к повреждению стали;

- существует вероятность возникновения такого явления, как гиперзащита, особенно на начальной фазе применения анодов.

При использовании катодной защиты наложенным током электрический ток приложен к воде, в результате чего последний течет где-то в корпусной стали, находясь в контакте с морской водой и вызывая катодную реакцию, которая защищает сталь от коррозии.

Чтобы достигнуть данного эффекта, выпрямитель соединяют с корпусной сталью отрицательным выходом. Положительный выход соединен с двумя и более анодами на судовой обшивке. Эти изолированные аноды встроены в обшивку для предотвращения повреждения плавающим льдом, и выполнены из инертных материалов (нерактивных).

Иногда для этих целей используется благородный (но очень дорогой) металл платина, но чаще всего аноды сделаны из смеси высококачественных оксидов. Оксиды не могут окисляться повторно и не растворяются в воде. Если анодная реакция не имеет металлов для потребления, то реакция будет производить малое количество пузырьков кислорода, которые не безвредны для обшивки. Сила подаваемого тока может варьироваться между 10...600 А; точное значение зависит от размеров судна, количества поврежденных слоев краски, скорости судна и солёности морской воды. Напряжение может достигать 20...30 В, в зависимости от количества и положения анодов. В местах, где обшивка находится в прямом контакте с морской водой, напряжение понижается до 1,5...2,5 В.

Преимущества использования катодной защиты наложенным током:

- минимальное обслуживание;
- высокая надежность;
- контроль в любой момент времени;
- автоматический регулятор тока;
- высокие затраты окупаются в течение 6 лет.

Недостатки такой защиты:

- стоимость данной системы значительно выше предыдущей;
- при неправильном настраивании системы может возникнуть интенсивное повреждение корпуса судна ниже ватерлинии.

Борьба с обрастанием корпуса

Количество видов организмов, вызывающих обрастание корпуса судна, свыше 4000...5000. Обрастание делят на две категории в соответствии с размерами взрослых организмов (рис. 7.5) [29]:

- макрообрастание (полипы, планктон и т.п.);
- микрообрастание (бактерии и другие микроорганизмы).

Главной целью применения красок против обрастания корпуса является сохранение денежных средств по следующим причинам:

- если отсутствует антиобрастающее покрытие, сопротивление судна возрастает, в результате чего повышается расход топлива;

- чем медленнее происходит процесс обрастания корпуса, тем меньше времени судно проводит в доке;

- обрастание повреждает слой краски, что увеличивает коррозию, повышая стоимость ремонта судна.



Рис. 7.5. Обрастание корпуса судна:
а — моллюсками и водорослями; б — другими микроорганизмами

Большинство антиобрастающих красок в судостроении являются самоочищающимися. Это значит, что слой краски (полимер) медленно слой за слоем вымывается морской водой. В результате освобождаются соединения, предотвращающие обрастание контролируемым способом.

Существуют следующие типы антиобрастающих средств:

- оловосодержащая антифоль;
- безоловянистая антифоль;
- медьсодержащая антифоль.

Разница между ними прослеживается не всегда. Например, некоторые оловосодержащие антифоли также содержат медь. При этом оловосодержащие антифоли содержат трибутин — токсичное соединение, убивающее микро- и макроорганизмы при первом же касании.

Толщина слоя антифоли отрегулирована в соответствии с жизненным циклом краски, который длится не более пяти лет, поскольку Классификационные общества требуют, чтобы судно подвергалось докованию, как минимум, раз в пять лет.

7.3. Докование судов

К средствам докования судов относят [7, 29]:

- плавучий док;
- сухой док;
- подъемники с последующей горизонтальной транспортировкой судна.

Плавучий док — это фактически понтон (рис. 7.6) с двумя вертикальными стенками в продольном направлении (спонсонами).

Для выполнения операции докования судна должны быть выполнены следующие шаги:

- танки плавучего дока заполняются водой таким образом, чтобы он частично погрузился в воду;
- судно проводится в док;
- танки опустошаются, после чего док поднимается на поверхность, и судно выходит из воды.

Передняя и/или задняя часть спонсонов обычно оборудованы мостами. На вершине спонсона можно найти перемещающиеся краны, шпильки и кнехты.



а



б

Рис. 7.6. Плавучий док:
а — общий вид; б — вид на докующееся судно

Судно располагается на киль-блоках, размещенных на настиле второго дна дока. Длина одного киль-блока 1,0..1,25 м, каждый из них может нести на себе вес 100...150 т. Боковые блоки используются для стабилизации судна, сохраняя его в балансе.

Стационарный (гравитационный) док представляет собой бетонный котлован

(рис. 7.7–7.8), закрывающийся посредством специальных ворот. Дно дока немного наклонено в сторону закрытия, возле которого расположен насосный отсек. Большая часть технических характеристик данного типа дока те же, что и для плавучего.

Судовой подъемник состоит из платформы (рис. 7.9) с рядом опор для судна (около 14-ти).



а



б

Рис. 7.7. Сухой док:
а — процесс сборки судна в сухом доке; *б* — пассажирское судно в доке

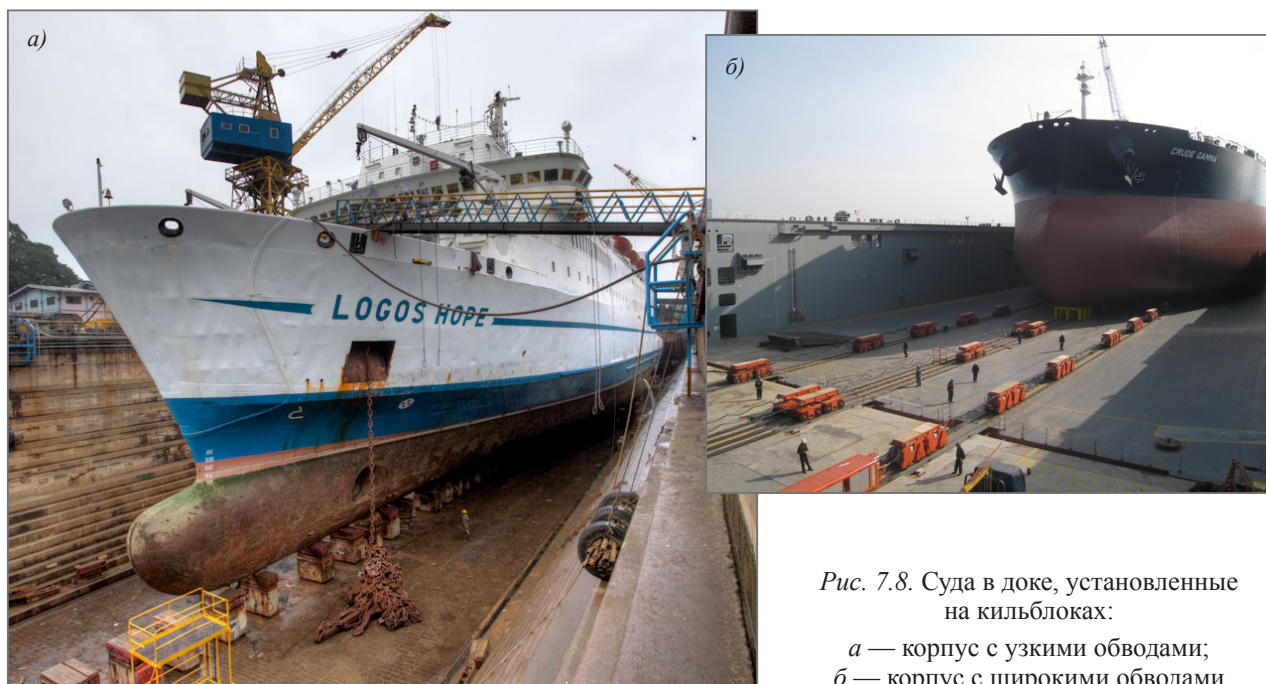
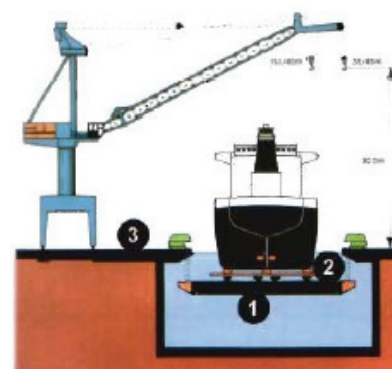


Рис. 7.8. Суда в доке, установленные на кильблоках:

а — корпус с узкими обводами;
б — корпус с широкими обводами



а



б

Рис. 7.9. Судовой подъемник:

а — общий вид; *б* — схема: 1 — платформа; 2 — опоры; 3 — судовой верфь

Подготовка к докованию

На первой стадии док-мастер должен определить положение судна и боковых блоков в доке в соответствии с планом докования (рис. 7.10). По возможности, судно должно быть порожнем. Если на борту все же находится груз, то докование должно проводиться в тесном сотрудничестве с классификационным обществом. Структурная целостность судна может потребовать размещения дополнительных блоков. Предпочтительно, чтобы судно заходило в док на ровном киле. Плавающий док может позиционировать

с той же осадкой, что и судно. Каждый док имеет различную величину максимально допустимой осадки.

Докование судна

После того, как судно зашло в док, док-мастер несет полную ответственность за проведение операции докования. Судно должно располагаться точно посередине дока. Правильное позиционирование судна осуществляется посредством доковых лебедок, прикрепленных к носу и корме, по две с каждой стороны дока. Док-мастер отдает приказы операторам лебедок.

судно вновь находится на плаву, отсек машинного отделения и днищевые колодцы должны быть проверены на наличие утечки. Необходимость проведения ремонта танков двойного дна и бортовой обшивки должна быть определена до выхода судна из дока.

7.4. Обслуживание и ремонт судов

Обслуживание судов обычно делят на корпусное обслуживание и обслуживание механизмов и двигателей [29].

Корпусное обслуживание обычно производится в сухом доке. Судно должно быть подвержено докованию дважды в течение каждых пяти лет. Это производится с целью проверки классификационным обществом подводных частей корпуса. В тех случаях, когда отсутствует необходимость проведения какого-либо ремонта, то производится только осмотр, очистка и покраска наружной части корпуса судна. Обслуживание палуб и всех внутренних листов обычно выполняется судовой командой. Когда судно расположено в доке, наружная часть корпуса очищается (см. п. 7.2) с использованием струи воды высокого давления не менее 100 Бар для удаления грязи, наростов, а также для подготовки корпуса к окраске. Маслянистые пятна, если таковые имеются, удаляются специальными растворителями. Ржавчина очищается с использованием песочных дисков, пескоструйной и водоструйной обработки (давлением 700...2000 Бар). Когда шероховатость подводной части корпуса становится слишком высокой в результате многочисленных слоев краски, то происходит очистка от краски всей подводной части корпуса, удаление ржавчины и производится новая покраска судна с нуля. Поставщик дает рекомендации и контролирует процесс очистки и нанесения краски. Выбор способа окрашивания происходит в зависимости от возраста судна, размеров, скорости, стоимости и других факторов.

После просушивания и очистки судно должно быть осмотрено в сухом доке классификационным инспектором, как правило, в сопровождении представителей верфи и судовладельца с целью изучения состояния подводных частей корпуса. Отсутствием дефектов корпуса следует пренебрегать для предотвращения непредвиденных ремонтов на протяжении периода эксплуатации. Особое внимание уделяется перу руля и гребному винту, консольной части вала, со-

стоянию краски, коррозии, трещинам, сварным швам, впускным и выпускным клапанам. Незначительные дефекты не требуют привлечения классификационного инспектора, в данном случае решение остается за судовладельцем.

Как уже было сказано, руль и баллер руля должны быть подвергнуты тщательному осмотру. Обязательно замеряется зазор рулевых подшипников. Руль должен быть окрашен по такой же схеме, что и наружный корпус.

Гребной вал и гребной винт должны быть осмотрены на возможность износа. Износ вала замеряется, что дает информацию о состоянии кормового подшипника скольжения. Согласно требованиям, каждые пять лет гребной вал должен быть снят для осмотра вала и подшипников скольжения. После проведения осмотра гребной винт обратно подвешивают, используя специальные приспособления судоверфи. Одновременно вскрывают уплотнение гребного вала и проводят капитальный ремонт.

Вал гребного винта регулируемого шага снимают через более длительные промежутки времени, чем пять лет.

В тех случаях, когда зазор рулевых подшипников становится слишком большим, руль должен быть снят со штырей, а соответствующие подшипники должны быть заменены. Чем крупнее судно, тем тяжелее руль. Для сверхкрупных судов вес руля может достигать 100 т и более, поэтому на верфи должно быть в наличии специальное подъемное устройство.

Якоря и якорные цепи должны быть спущены, уложены и измерены для установления потерь толщины в результате коррозии и/или износа. Когда материал цепей становится слишком тонким, по сравнению с изначальным размером, цепи должны быть заменены. Проверка якорей и цепей производится, по меньшей мере, каждые пять лет. Если судно находится в сухом доке, одновременно с осмотром цепей производится чистка цепных стопоров, которые также должны быть осмотрены соответствующим инспектором.

Следующий обязательный пункт для судна, находящегося в сухом доке, — ремонт впускных клапанов и забортной арматуры, которая нуждается в очистке, инспекции, шлифовке и повторном уплотнении, как минимум, в течение каждых пяти лет.

Обслуживание двигателя осуществляется в основном в период эксплуатации судна, т.е. на протяжении рейса. В случае, если какие-либо

пункты ремонта двигателя не могут быть выполнены на ходу, то таковые выполняются в порту. Классификационные общества требуют от судовладельцев показывать им каждый контролируемый элемент (часть двигателя или системы, имеющая значение для безопасной навигации судна) один раз каждые пять лет. При определенных обстоятельствах часть осмотров может быть выполнена старшим механиком судна, если последний имеет соответствующую квалификацию. Затем он должен предоставить детальную информацию об осмотре и о том, что было сделано. Отдельные части двигателя требуют осмотра чаще, чем один раз в пять лет: охладители, поршни, турбокомпрессоры и т.д. Обслуживание слишком крупных и слишком сложных деталей судна либо таких, которые просто не могут быть выполнены на плаву, — выполняется на судовой верфи. Это, как правило, не судостроительная, а специализированная судоремонтная верфь.

Ремонтные работы

Оборудование судоремонтных верфей полностью отличается от судостроительного. Сухие доки судоремонтных верфей значительно глубже, поскольку эксплуатирующееся судно тяжелее, а, следовательно, имеет большую осадку, чем пустой, только что построенный корпус. Грузоподъемность судоремонтных кранов также намного больше. Отличается также оборудование мастерских. Рабочие должны иметь навыки судостроителей и при этом быть более гибкими и готовыми к переменам. Расположение судоремонтных верфей также иное, чем у судостроительных: располагаются, как правило, на территории крупных погрузочно-разгрузочных портов, особенно если это крупные танкеры и балкеры.

Судоремонтные верфи предназначены для проведения нормальных обслуживающих работ, но должны иметь гибкость при выполнении ремонтов. Когда в течение осмотра в сухом доке возникают проблемы, должен быть потенциал для принятия немедленного решения в зависимости от степени сложности проблемы. Поэтому судоремонтные верфи должны иметь более одного сухого дока для подобных судов, и специализирующиеся на определенных размерах и типах судов.

Типичные ремонты связаны с определенными типами судов. Балкеры всегда имеют проблемы с люковыми закрытиями, нефтяные танкеры

с трубопроводами в танках и насосных отсеках, а также с клапанами, землечерпалки — с днищевыми клапанами и т.д.

Судоремонтные верфи всегда имеют мастерские и/или отделы, специализирующиеся на корпусе, машинном отделении, ремонте труб, ремонте электрической части, работах по дереву, очистке и покраске. Часто специфические и/или специальные задачи выполняются отдельными предприятиями.

Обычный ремонт корпусов — это реконструкция стали в сухом доке и на плаву, такая как ремонт вмятин, обусловленных столкновениями с пристанью, реконструкция стали в результате разгрузки грейфером, местной коррозии или от посадки на мель. Повреждения от посадки на мель могут варьироваться в размерах от маленькой вмятины до потери формы всего днища. Повреждения от пожара также часто включает реконструкцию стали.

Ремонт наружной обшивки часто связан с потерей формы. Почти все суда имеют различную форму, и когда корпусные пластины находятся не на плоском днище или бортах судна, криволинейная форма должна быть восстановлена. Когда доступны размеры построенного судна (таблицы, замеренные с оригинального судна), соответствующая часть корпуса может быть воссоздана, а форма может быть легко восстановлена по соответствующим чертежам. Если повреждение возникло на одном из бортов, то необходимые размеры могут быть сняты с противоположного борта.

Современный ремонт судов

Сегодня происходит рост количества судостроительных и судоремонтных верфей, которые используют более современные компьютерные системы для установления профиля пластин. В сухом доке лазерные инструменты замеряют наружную обшивку. Результаты поступают в специализированную проектную компьютерную программу, которая рассчитывает и дает точный профиль наружной обшивки (рис. 7.11). Данная компьютерная программа также предоставляет необходимую информацию оператору, чья задача — вырезать новые судовые пластины.

Когда происходит повреждение корпуса судна ниже ватерлинии, должно быть произведено докование на судоремонтной верфи для осмотра повреждения. Та часть, которая должна быть удалена, может быть изготовлена после прове-

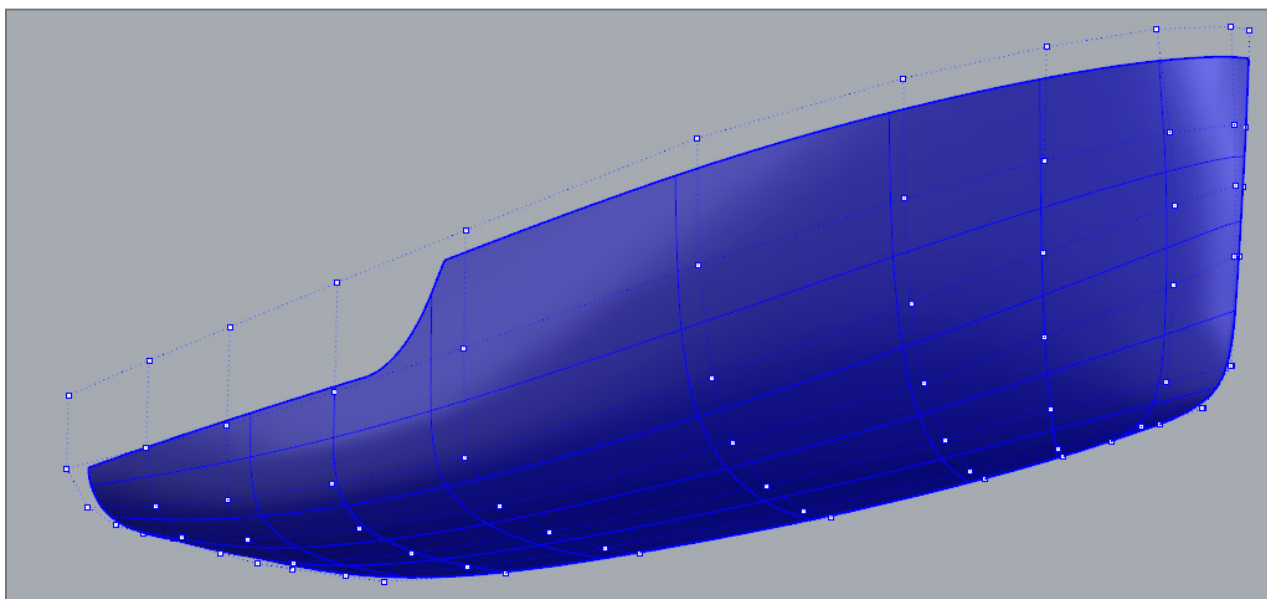


Рис. 7.11. Форма наружной обшивки корпуса буксира, полученная в САПР Tribon

денного осмотра, например, обшивка с набором и другими подкрепляющими элементами. Затем эта часть устанавливается в корпусе судна (рис. 7.12) [29]. Наиболее трудоемкий фактор — восстановление первоначальной формы корпу-

са, которая может обуславливать сравнительно длинный период нахождения в доке. Когда верфь использует современные 3D CAD/CAM [2, 6, 14, 18] компьютерные программы, этот процесс может быть выполнен намного быстрее.



а



б



в



г

Рис. 7.12. Замена днищевой секции судна в доке:

а — вид на поврежденную днищевую секцию; б — удаление поврежденного участка днища; в — изготовленная новая днищевая секция; г — установка секции на судне

Все больше такого рода программ используется современными судостроительными верфями. Вскоре после того, как произошло повреждение, его степень должна быть исследована и после осмотра инспектором, страховой компанией и собственником согласовывается ремонт. Затем начинаются приготовления по выбору судостроительной верфи, предпочтительно путем подготовки сборных секций на базе CAD/CAM программ, если таковые доступны.

Если степень повреждения корпуса невысокая, судно может продолжить свой рейс, а стояночное время будет уменьшено настолько, насколько это возможно. Только после того, как секции, которые должны быть заменены, будут полностью изготовлены, судно идет в сухой док на ремонт. Таким образом, время плавания сокращается настолько незначительно, насколько это возможно, что является основной целью судовладельца.

На судостроительных верфях использование такого рода программ пока еще распространено не широко, в то время как на судостроительных это уже стало обычным делом.

Преобразование плавучих средств

Существующие суда иногда модифицируют в плавучие средства, принципиально отличающиеся от оригинального судна. Балкеры преобразуются в буровые суда или трубоукладчики; танкеры получают вторую жизнь в качестве плавучих производственных систем. Для этого танкеры просто удлиняют, корму судна с машинным отделением присоединяют к совершенно новому носу судна; оригинальный паровой двигатель заменяют на дизельный. Пассажирские суда обновляют путем добавления количества кают (рис. 7.13). Паромы преобразуют в плавучие госпитали и т.д.

Особая область — это работа, связанная с нефтегазовой разведкой и добычей. Из-за постоянных изменений в требованиях буровые платформы, нефтехранилища или транспортные баржи часто должны быть модифицированы. Этот тип работ, как правило, выполняют на судостроительных верфях. Иногда они используют судостроительные мощности, например, чтобы получить новую среднюю часть корпуса, построенную в случае удлинения, или просто новые части, которые необходимо выполнить.



Рис. 7.13. Увеличение грузоподъемности пассажирского судна [29]

Контрольные вопросы

1. Из каких материалов изготавливают наружную обшивку корпуса судна?
2. К чему приводит коррозия металла, и каким образом обеспечивается коррозионная стойкость корпусных конструкций?
3. Что представляет собой износ материала корпуса судна?
4. Какие защитные покрытия корпуса используют на судах?
5. Какие методы окрашивания судового корпуса используются на данный момент в судостроении?
6. С какой целью проводится периодическое докование судов?
7. Каким образом осуществляются текущий и аварийный ремонты судна?



МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ КУРС ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ КОРАБЕЛЬНОЙ ИНЖЕНЕРИИ В ЧАСТИ КОРПУСА СУДНА

Перед современными высшими учебными заведениями судостроительного профиля все чаще встают вопросы использования систем автоматизированного проектирования в учебном процессе [2, 6, 14]. Примером систем, которые интенсивно внедряют в процессы обучения, являются Unigraphics, COMPAS, AutoCad, SolidWorks и др. Однако уровень использования данных систем в учебном процессе недостаточный для получения высокого уровня практических навыков и умений в области корабельной инженерии. В результате чего выпускникам ВУЗов судостроительного профиля необходимо проходить длительный период адаптации к особенностям предприятия и инструментам конструирования и проектирования, которые на нем используются, что, в конечном счете, снижает конкурентоспособность будущих специалистов. При этом данная тенденция присуща всем ВУЗам постсоветского пространства, а мировой судостроительный рынок требует от будущих конструкторов владения инструментами современных САПР, таких как Nupras-Cadmatic, Aveva Marine, Tribon и общей концепцией инжиниринга.

В результате в 2005 году у производителей САПР (например, NCG — производитель системы Nupras-Cadmatic, Голландия) возникла идея сотрудничества с профильными ВУЗами с целью применения систем автоматизированного проектирования для подготовки будущих корабелов. Первым эту идею поддержал Санкт-Петербургский Государственный Университет морского и речного флота. Следом за ним эту идею принял и Национальный университет кораблестроения (НУК) им. адмирала Макарова [9].

Важным шагом в данном направлении становится создание специализированных обучающих центров, основной целью открытия которых является повышение качества подготовки специалистов в области корабельной инженерии,

обеспечения высокого уровня конкурентоспособности выпускников на глобальном рынке инженерного труда. А также обучение специалистов судостроительных верфей и проектно-конструкторских бюро судостроительным САПР. Данный шаг помогает решить многие проблемы, касающиеся практических навыков корабелов. В таких центрах студенты, а также работники верфей и конструкторских бюро могут изучить принципы работы одной из ведущих программ по созданию судов.

Таким образом, применение дистанционного обучения — это шанс для предприятия обеспечить быстрое выполнение проектов в условиях конкуренции и постоянной модернизации производства.

Для внедрения компьютерной системы дистанционного обучения студентов и подготовки новых специалистов в области корабельной инженерии был создан Институт новейшей корабельной инженерии (ИНКИ) при НУК.

На сегодняшний день возможность совместной работы над инженерным проектом с удаленных рабочих мест, а также удаленного обучения обеспечивается за счет распределенной компьютерной сети. Для этого необходимо иметь информационную связь между всеми конструкторскими бюро, заводами и университетами судостроительного профиля. Для реализации такого проекта необходимы средства сохранения, передачи и доступа к данным. Средства сохранения данных реализуются за счет использования мощных серверов, основные требования к которым делятся на два основных типа:

- аппаратные требования (количество пользователей, объем базы данных, оперативная память, объем жесткого диска и его параметры);
- требования к программному обеспечению (операционная система, система управления базами данных, другое программное обеспечение, обусловленное областью применения сервера).

Для передачи и доступа к данным используется компьютерная сеть, которая должна обеспечивать:

- максимально возможный уровень безопасности получения и отправки данных на сервер, а также их защиту от несанкционированного доступа;
- доступ к серверу всех пользователей;
- минимизацию затрат на построение и запуск сети.

Все выше перечисленное в той или иной мере обеспечивает технологию построения компьютерных сетей. При этом построение плана размещения компьютерного оборудования один из основных этапов разработки компьютерной сети. Такой план был разработан и для ИНКИ (рис. 8.1) [9].

Архитектура компьютерной сети приведена на рис. 8.2 [9]. Серверы расположены в комнатах сетевых администраторов, на предприятии, и в отдаленном обучающем центре. Сетевой администратор может постоянно следить за работой сервера и осуществлять его обслуживание.

В качестве специализированного программного обеспечения была выбрана САПР Nupas-Cadmatic. Данная система поддерживает процесс создания судна от стадии предварительного проектирования до процессов конструирования и 4 технологической подготовки производства. Одной из главных особенностей системы является наличие достаточно простого и эффектив-

ного инструментария организации распределенной работы над проектами коллективами и специалистами, рассредоточенными по планете (рис. 8.3) [29].

Для Института новейшей корабельной инженерии в системе Nupas-Cadmatic разрабатывалась трехмерная модель обучающего центра, на которой показаны [9]:

- общий вид центра (рис. 8.4);
- подробное размещение оборудования с детализацией рабочего места (рис. 8.5).

Модель базируется на реальных размерах помещений и рабочих мест.

После проектирования компьютерной сети для обеспечения полноценного дистанционного обучения был разработан обучающий мультимедийный интерактивный курс в области корабельной инженерии. Данный курс состоит из мультимедийного приложения, являющегося первым элементом реализации сложного комплекса системы дистанционного обучения, предназначенного для внедрения и использования в учебных заведениях. С помощью интернет-курса можно реализовать такой подход к обучению, который позволит повышать квалификацию специалистов в домашних условиях или на рабочем месте без отрыва от производства. Курс предназначен как для применения в системе дистанционного обучения, так и в лабораторных условиях для обучения студентов. При этом обучающий курс состоит из отдельных модулей.



Рис. 8.1. План размещения компьютерного оборудования для ИНКИ

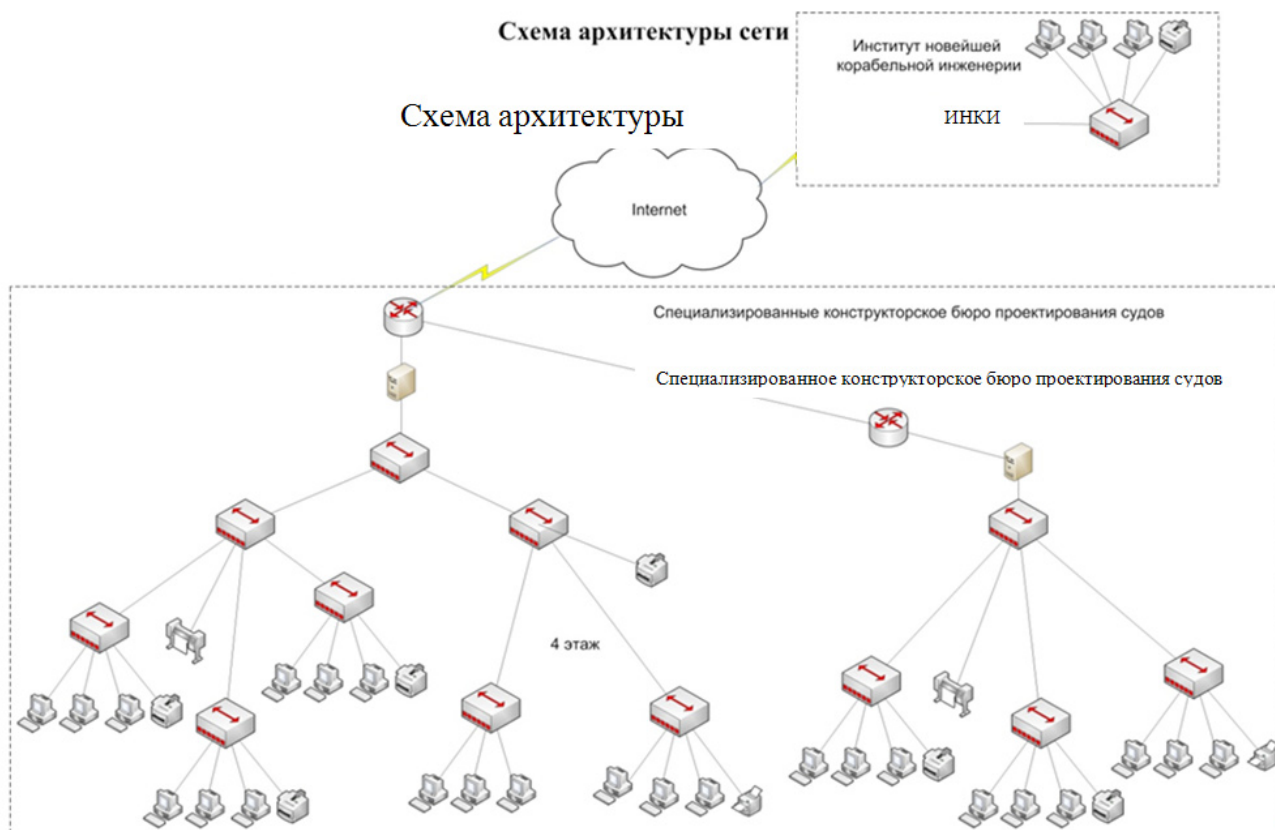


Рис. 8.2. Архитектура специализированной компьютерной сети



Рис. 8.3. Схема распределенной работы над проектом

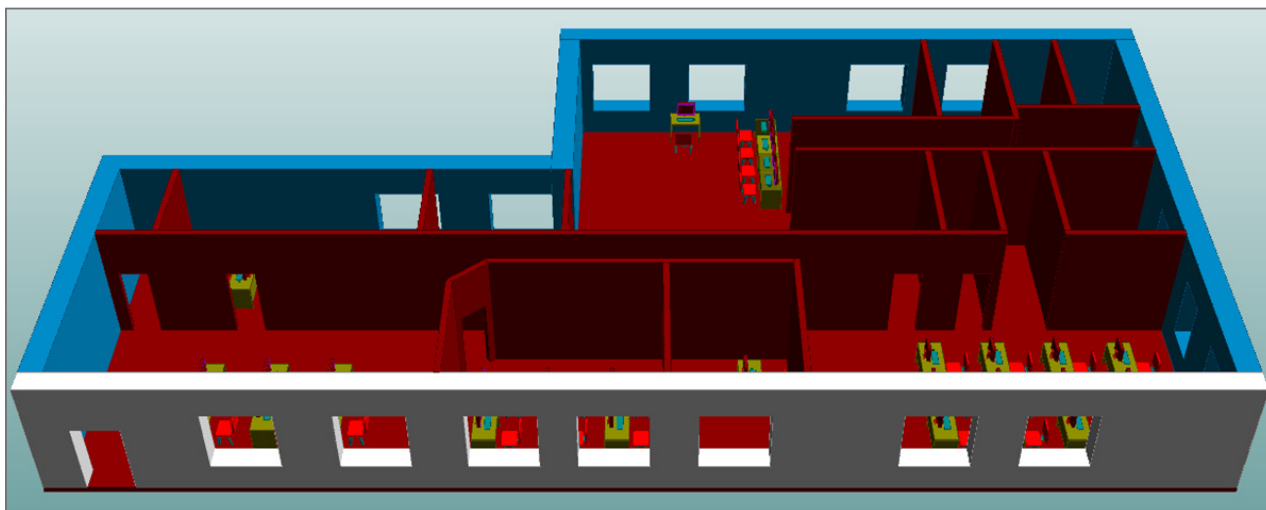


Рис. 8.4. Общий вид ИНКИ

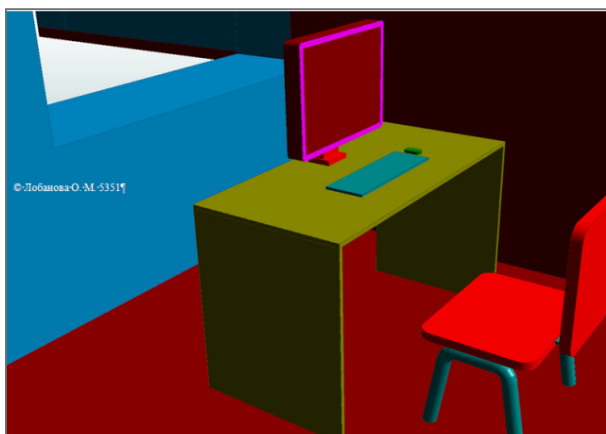


Рис. 8.5. Вид на рабочие места в ИНКИ

Навигация в программе основана на иерархической структуре меню. Архитектура программы, реализующей обучающий курс, представлена на рис. 8.6 [9].

Общая структура обучающего курса (рис. 8.7) [9] состоит в разделении знаний о судне на отдельные смысловые блоки, что позволяет пользователю изучать представленный ему материал в выбранной им самим последовательности в зависимости от начального уровня знаний по конструкции корпуса и основам корабельной инженерии. Общие знания о конструкции корпуса основаны на использовании трехмерной модели судна. Словарь дает возможность разъяснять пользователю неизвестные термины, встречающиеся при использовании программы. Для получения практических навыков и умений

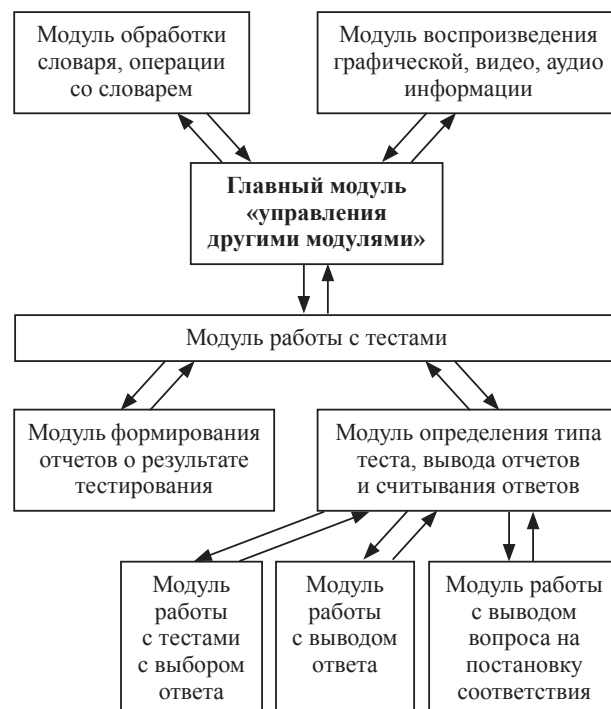


Рис. 8.6. Архитектура обучающей системы

в изучаемой области разработан специальный модуль, содержащий набор лабораторных работ, которые полностью охватывают теоретический материал и дают возможность обучиться работе в системе Nupras-Cadmatic (подробное описание лабораторных работ, входящих в состав данного модуля, приводится в следующей главе). Завершающим этапом обучения является прохождение тестового контроля.



Рис. 8.6. Архитектура обучающей системы

Программный курс обладает следующими характеристиками:

1. Работает под управлением ОС Windows XP или Windows 7/8.

2. Интерфейс пользователя (рис. 8.8) представляет собой систему окон и меню. Окно главного меню позволяет осуществлять вход в любую часть программы (рис. 8.9).



Рис. 8.8. Окно приветствия

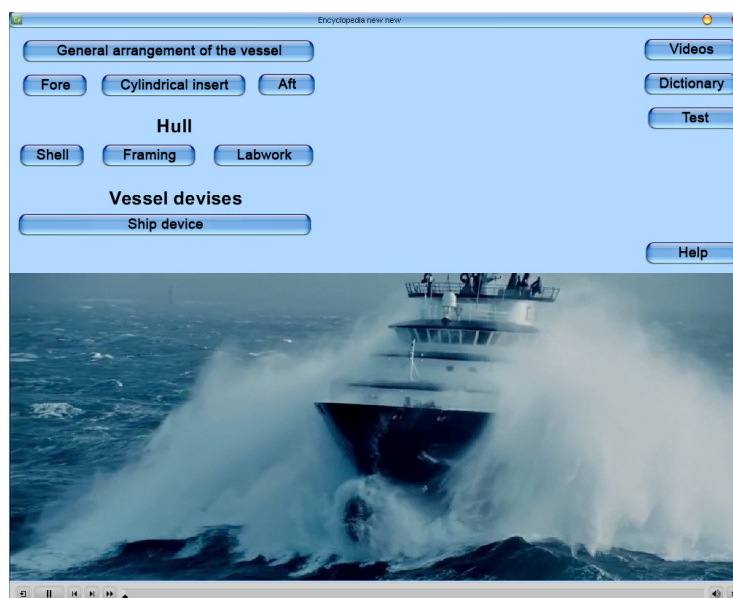


Рис. 8.9. Окно главного меню программ

3. Для обслуживания обучающего курса необходим системный администратор (регистрация и удаление пользователей, добавление и настройка учебных материалов).

К функциональным характеристикам системы отнесем следующие:

1. Функция ввода-вывода:

- ввод ответа на вопрос;
- вывод вопроса.

2. Функция воспроизведения видео.

3. Функция воспроизведения звука.

4. Функция навигации между окнами:

1) переход из главного окна-меню к модулю «Общее устройство судна» при помощи кнопки «General arrangement of the vessel» (рис. 8.10);

2) переход из главного окна-меню к модулю «Носовая оконечность» при помощи кнопки «Fore» (рис. 8.11);

3) переход из главного окна-меню к модулю «Цилиндрическая вставка» при помощи кнопки «Cylindrical insert»;

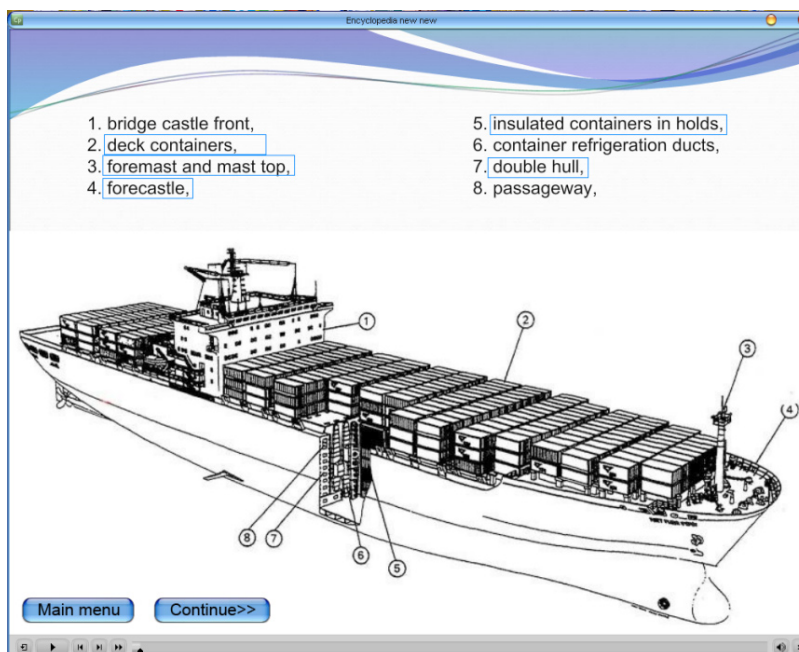


Рис. 8.10. Окно модуля «Общее устройство судна»

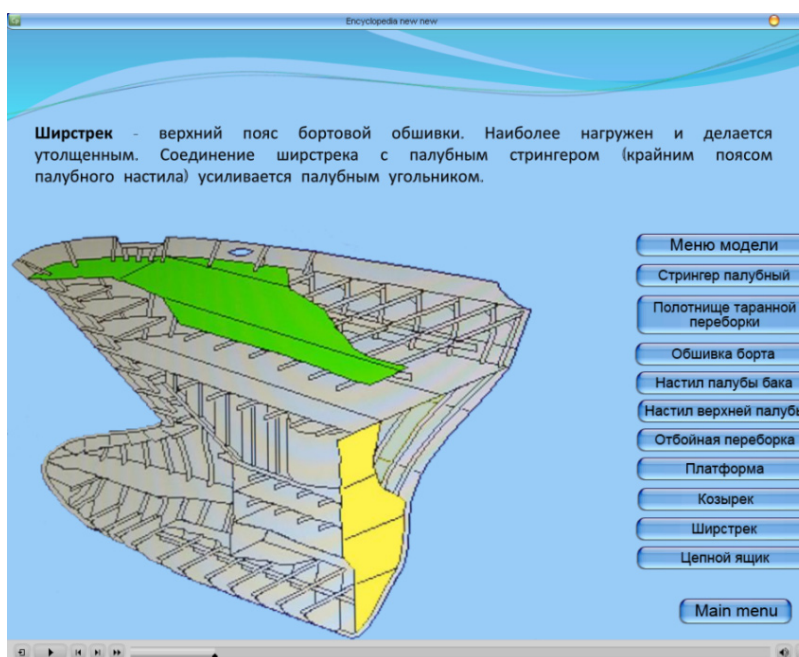


Рис. 8.11. Окно модуля «Носовая оконечность»

4) переход из главного окна-меню к модулю «Кормовая оконечность» при помощи кнопки «Aft»;

5) переход из главного окна-меню к модулю «Обшивка корпуса» при помощи кнопки «Shell»;

6) переход из главного окна-меню к модулю «Набор корпуса. Виды и системы набора» при помощи кнопки «Framing»;

7) переход из главного окна-меню к модулю «Лабораторный практикум» при помощи кнопки «Labwork» (рис. 8.12—8.13);

8) переход из главного окна-меню к модулю «Судовые устройства общего назначения» при помощи кнопки «General devices» (рис. 8.14—8.15);

9) переход из главного окна-меню к модулю «Специальные судовые устройства» при помощи кнопки «Special devices»;

10) переход из главного окна-меню к модулю «Словарь» при помощи кнопки «Dictionary» (рис. 8.16);

11) переход из главного окна-меню к модулю «Тесты» при помощи кнопки «Tests» (рис. 8.17—8.18).

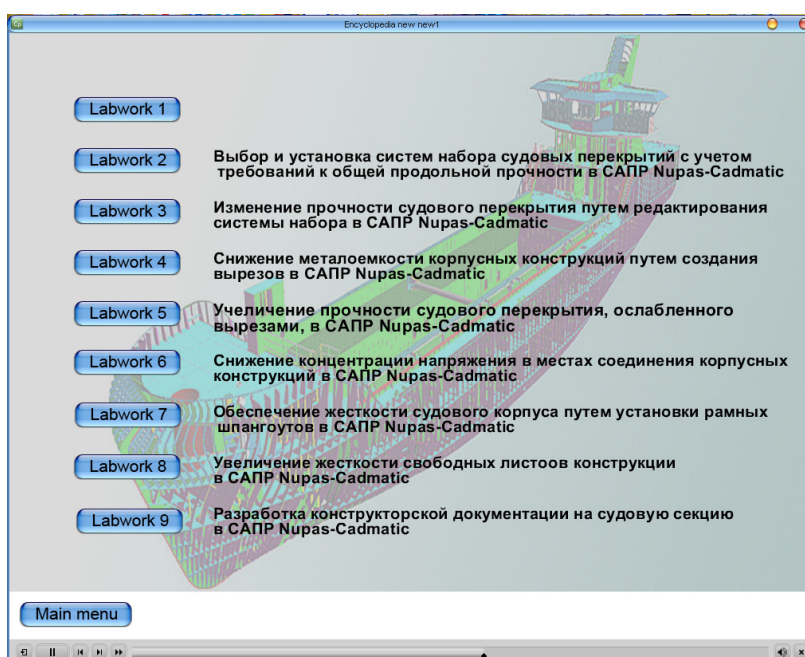


Рис. 8.12. Окно модуля «Лабораторный практикум»

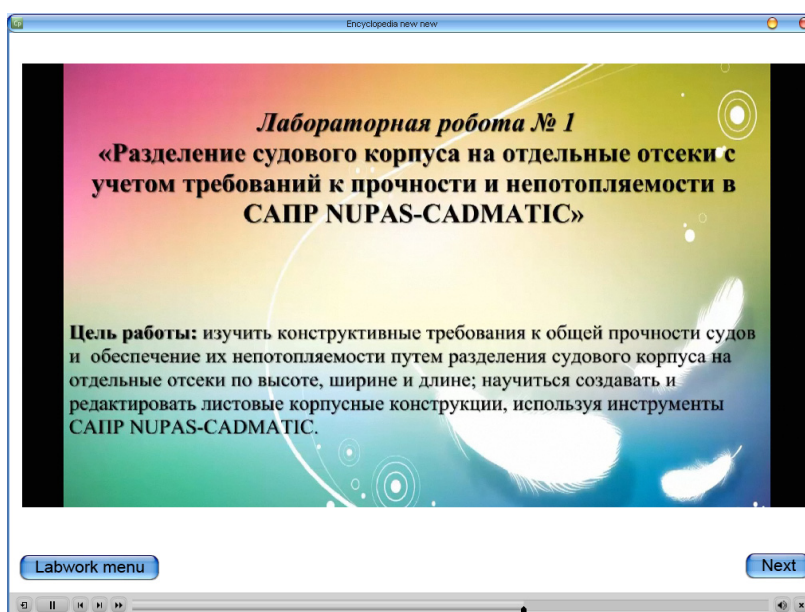


Рис. 8.13. Запуск выбранной лабораторной работы

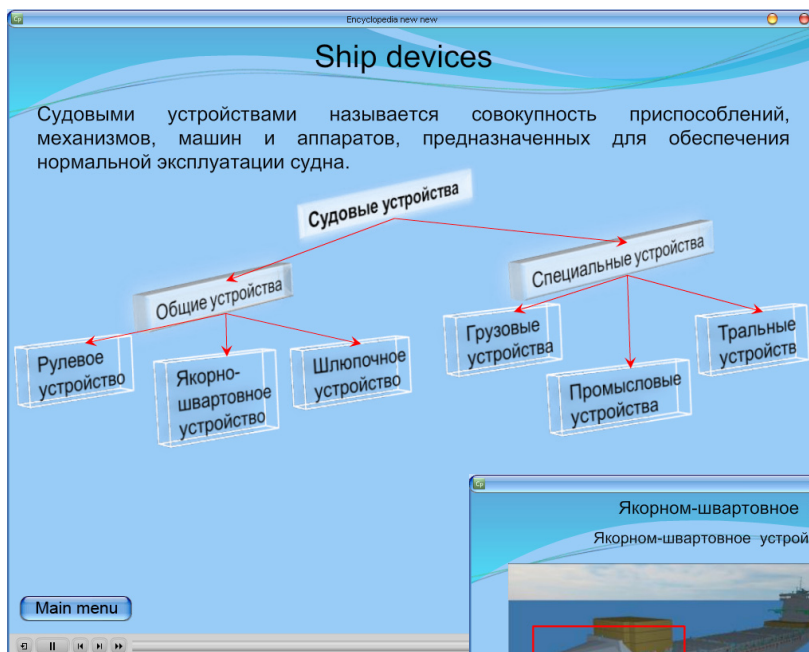


Рис. 8.14. Первый слайд модуля

Рис. 8.15. Трехмерные модели судовых устройств (положение на судне)

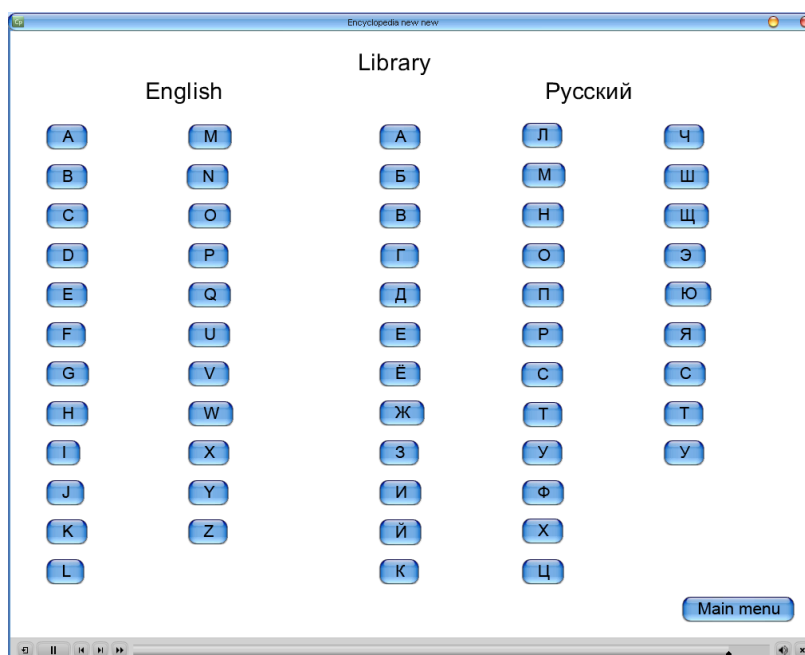
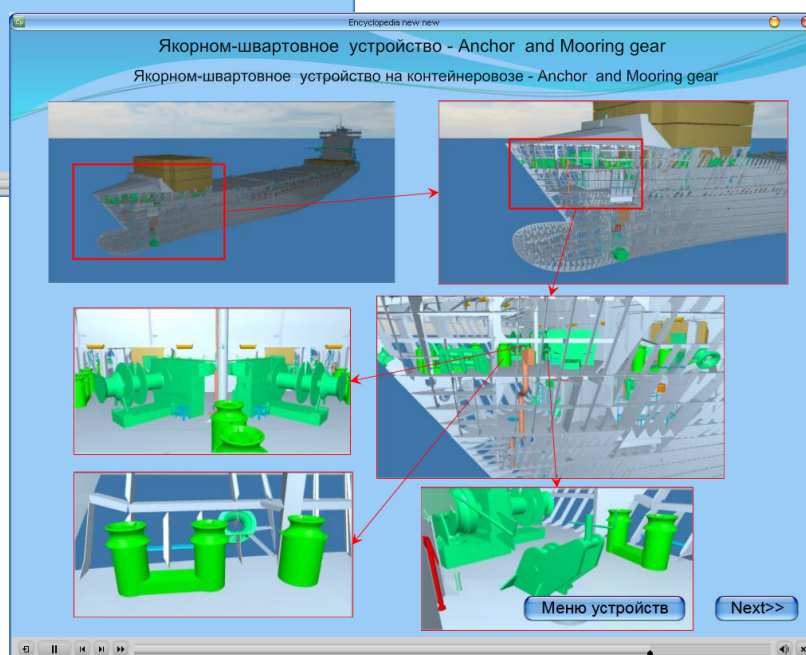


Рис. 8.16. Алфавитный указатель модуля «Словарь»

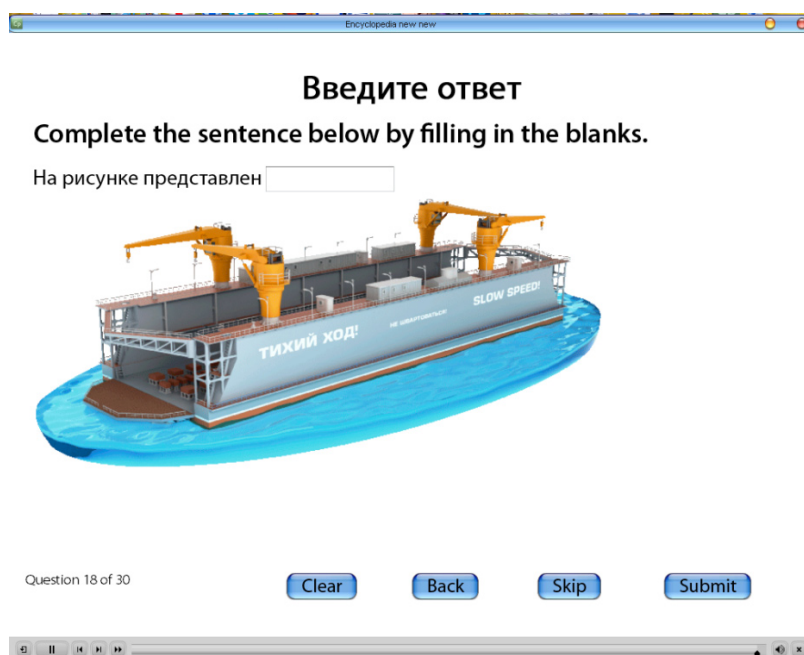


Рис. 8.17. Окно модуля «Тест» с вопросом типа «Ввод с клавиатуры»

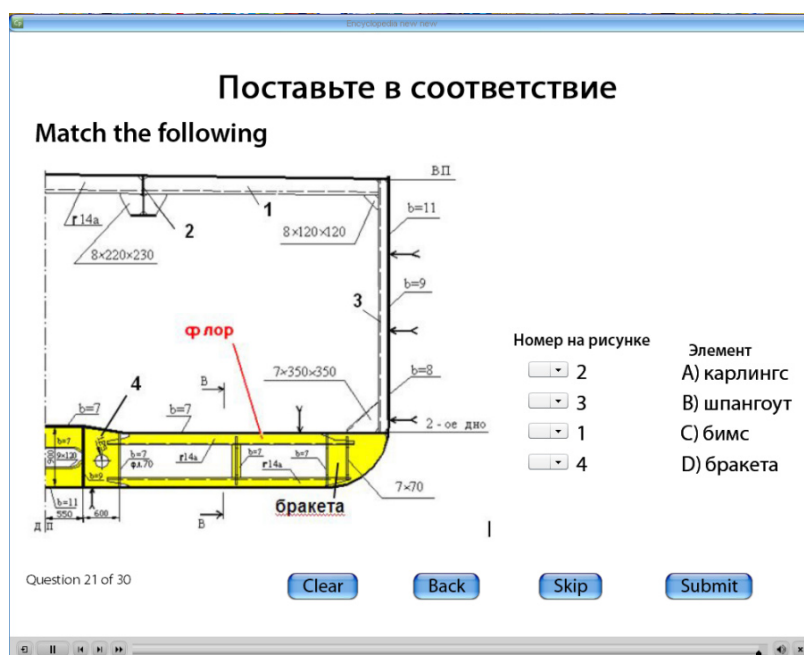


Рис. 8.18. Окно модуля «Тест» с вопросом типа «установка соответствия»

Таким образом, представленный обучающий мультимедийный интерактивный курс позволяет студентам получить как теоретические знания по судну на базе трехмерной модели,

разработанной в системе Nupas-Cadmatic, так и практические навыки в области корабельной инженерии инструментами современных судостроительных САПР.

Контрольные вопросы

1. Какие из судостроительных САПР обеспечивают удаленную работу над проектом судна?
2. Что относят к основным принципам инжиниринга?
3. Какие требования предъявляют к современным компьютерным сетям?
4. Кого относят к основным участникам процесса проектирования судна?
5. Какие требования предъявляют к современным специалистам в области корабельной инженерии?



ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ

Целью выполнения лабораторных работ является получение студентами практических навыков работы в современных системах автоматизированного проектирования на примере программного продукта САПР NUPAS-CADMATIS, а также получение знаний по конструкции корпуса судна на примере разработки трехмерных моделей [2, 28].

Программное обеспечение лабораторных работ — САПР Nupas-Cadmatic версии 5.3 и выше со следующими модулями [28]:

- 3D Hull Engineering (разработка трехмерной модели корпуса судна и выпуск конструкторской документации);

- Hull Viewer (обозреватель трехмерной модели судна);

- eBrowser (интернет-обозреватель трехмерной модели судна).

Модуль **3D Hull Engineering** предназначен для трехмерного проектирования корпусных конструкций и является ядром системы проектирования корпуса, состоящим из следующих подмодулей: 2D-Contek, 3D-Contek, 3D-Show, CAM-Autopart и CAM-Lists.

2D-Contek — обеспечивает основные двумерные функциональные возможности черчения, используемые во всей системе; использует внутреннюю трехмерную базу данных формы корпуса для интерполяции и хранения линий обводов судна.

3D-Show — дает возможность пользователю начать трехмерную разработку конструкции корпуса на ранней стадии в трехмерной окружающей среде; предоставляет пользователю полный набор функций для создания основных сечений конструкции судна: палуб, переборок, набора и т.д.

3D-Contek — предоставляет возможность детальной проработки конструкции корпуса. Детали проектируются на отдельных видах привычным способом. Система автоматически со-

храняет данные в трехмерной модели продукта и обеспечивает актуальность модели.

CAM-Autopart — позволяет генерировать геометрию деталей корпусных конструкций, при этом обеспечиваются функциональные возможности для полной автоматической нумерации панелей и деталей.

CAM-Lists — позволяет получить детализированные списки деталей посредством встроенного генератора отчетов. Стандартные отчеты: список деталей, список профиля, список раскроя профиля, эскизы профиля, эскизы панелей и гнутого профиля. Предоставляет пользователю возможность задать его собственный формат выходных данных, а также менять логистические данные деталей.

Системные требования к рабочим станциям:

- процессор Intel Core Duo 2 E6400 или выше;

- объем оперативной памяти 2 Гб;

- видео-карта 256 Мб Open GL compatible with NVIDIA chipset;

- минимальный объем жесткого диска 150 Гб;

- пропускная способность компьютерной сети 100 Мбит/с (рекомендуется 1 Гбит/с);

- трехкнопочная мышь (рекомендуется наличие колесика на мыши).

Системные требования к серверу:

- процессор Intel Xeon с минимальной частотой 3.2 ГГц;

- минимальной объем оперативной памяти 2 Гб;

- пропускная способность компьютерной сети 100 Мбит/с (рекомендуется 1 Гбит/с);

- 400 Мб свободного места на жестком диске для программного обеспечения (без тренировочного проекта);

- объем базы данных 2 Гб (чертежи и документация).

Требования к программному обеспечению рабочих станций:

– ОС Windows XP Professional — SP2 (32 bit), Windows Vista / Windows Vista — SP1 (32 bit / 64 bit) либо Windows 7 (32 bit / 64 bit);

– рекомендуемое антивирусное программное обеспечение для оптимального использования — AVG Anti-Virus / Kaspersky.

Требования к программному обеспечению сервера:

– ОС Windows Server 2003, 2003R2, 2008, 2008R2 (32 bit / 64 bit);

– рекомендуемое антивирусное программное обеспечение для оптимального использования — AVG Anti-Virus / Kaspersky.

Требования к методическому обеспечению:

лабораторный практикум сопровождается мультимедийным курсом обучения основам корабельной инженерии в части корпуса судна: курс видео-уроков по обучению работе в среде САПР Nupras-Cadmatic и видео-курс по выполнению лабораторных работ.

Допуском к выполнению лабораторных работ является прохождение программного модуля, посвященного теоретическим знаниям о корпусе судна, с последующим прохождением тестового контроля, встроенного в программную часть вышеупомянутого курса [9].

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

«Разбивка судового корпуса на отдельные отсеки с учетом требований к прочности и непотопляемости в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить конструктивные требования к общей прочности судов и обеспечению их непотопляемости путем разбивки судового корпуса на отдельные отсеки по высоте борта, ширине и длине судна; научиться создавать и редактировать листовые корпусные конструкции, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить и проанализировать конструктивные требования к общей прочности судов и обеспечению их непотопляемости.
2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить поперечную водонепроницаемую переборку в корпусе судна, разбить ее на отдельные листовые конструкции.
3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать продольную переборку.
4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать настил второго дна судна.
5. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить флор в днище корпуса судна.

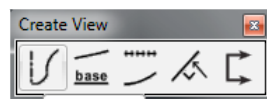
6. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать установленный флор в соответствии с высотой второго дна.

Методические указания к выполнению:

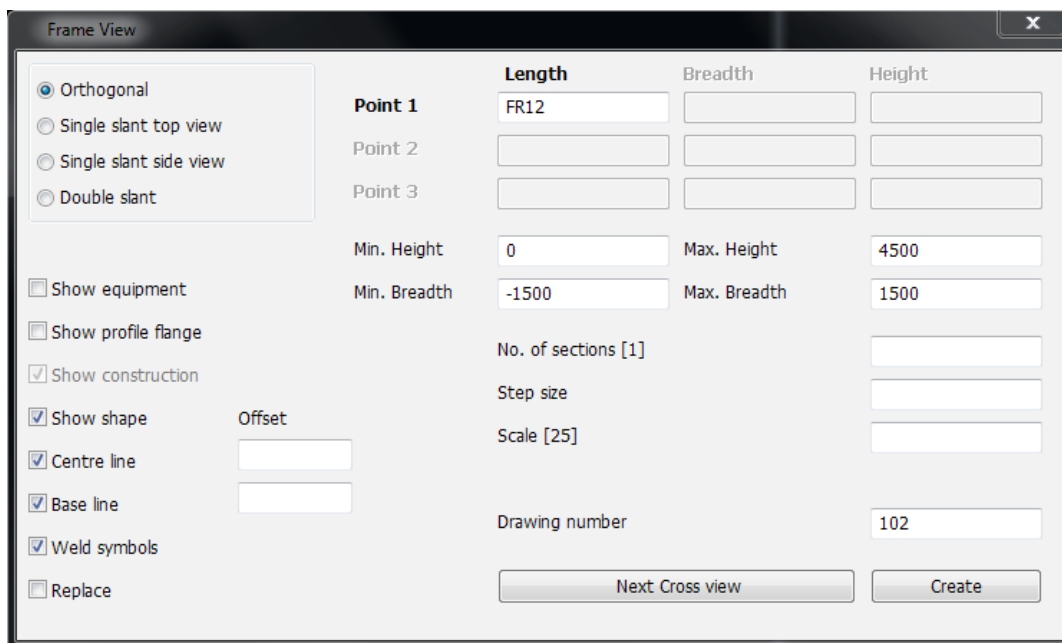
1. Изучить нормы непотопляемости и общей прочности корпуса судна [7]

2. Используя панель инструментов *Create Plates* САПР NUPAS-CADMATIC создать поперечную переборку на 12-м шпангоуте, три грани которой привязаны к наружной обшивке, а четвертая — свободная. Разбить полученную панель на три горизонтальных листа по высоте, используя панель инструментов *Create Weld* САПР NUPAS-CADMATIC.

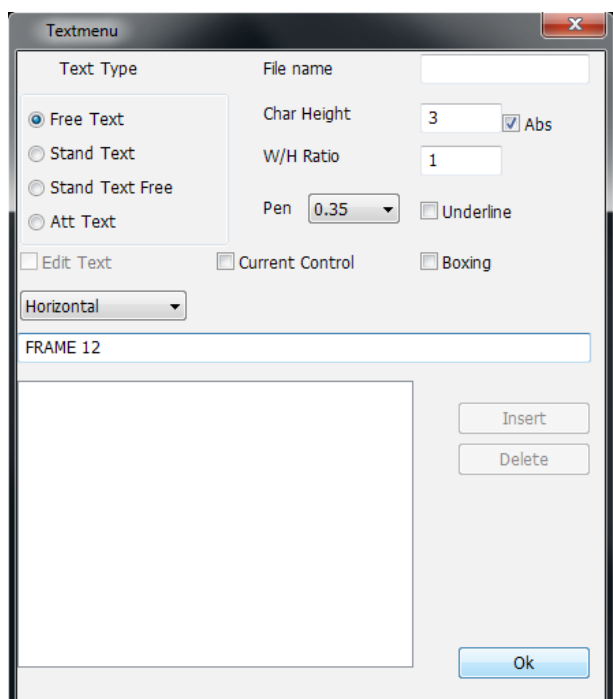
Создадим вид на корпус судна, используя меню *Create View / FrameView*:



В появившемся окне укажем положение сечения по длине судна (Point 1/Length) и область видимости (Max/Min Height, Max/Min Breadth):



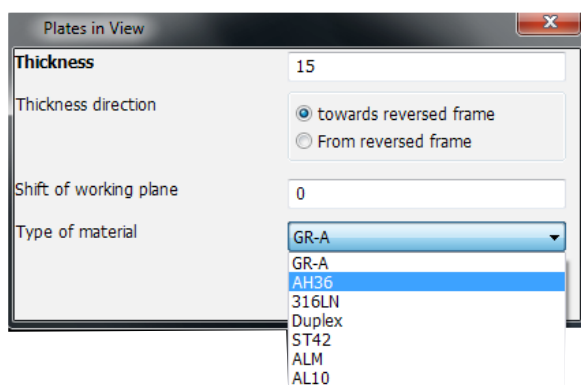
Используя текстовый редактор (Text menu), подпишем полученное поперечное сечение:



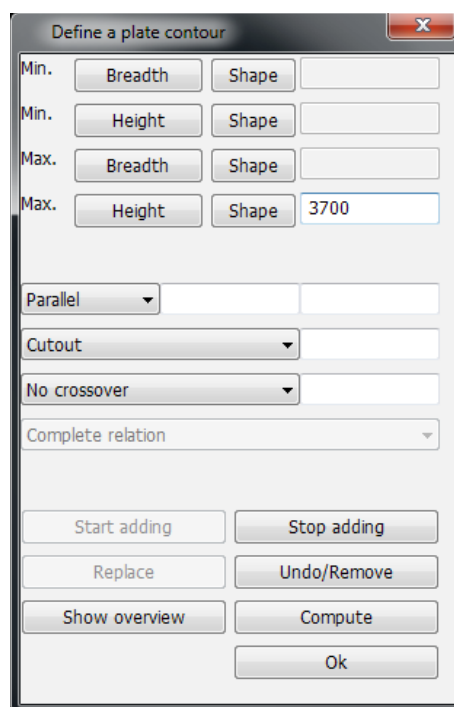
Воспользуемся панелью инструментов Create Plates и создадим плоскую поперечную переборку посредством использования меню Insert Plates:



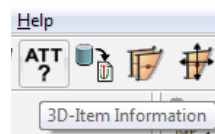
В появившемся окне (Plates in View) задаем толщину переборки и указываем материал, из которого она будет изготовлена:



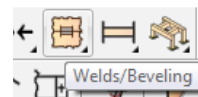
В следующем окне задаем границы будущей переборки (Define a plate contour). Первая граница (Min Breadth) будет привязана к наружной обшивке корпуса (клавиша Shape), вторая (Min Height) и третья (Max Breadth) — аналогично. Четвертая (Max Height) граница будет свободной, ограниченной высотой 3700 мм:



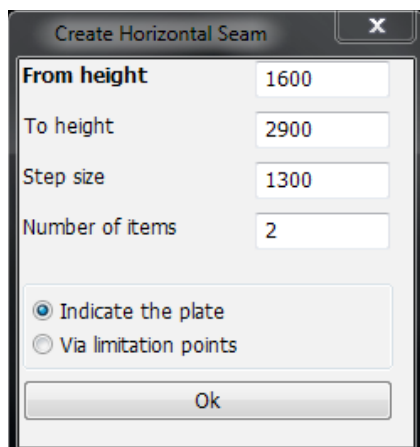
Для того, чтобы просмотреть технические характеристики созданной переборки воспользуемся клавишей



Загрузим трехмерную модель полученной поперечной переборки в Hull Viewer (File → Send to → Hull Viewer → By Selection):



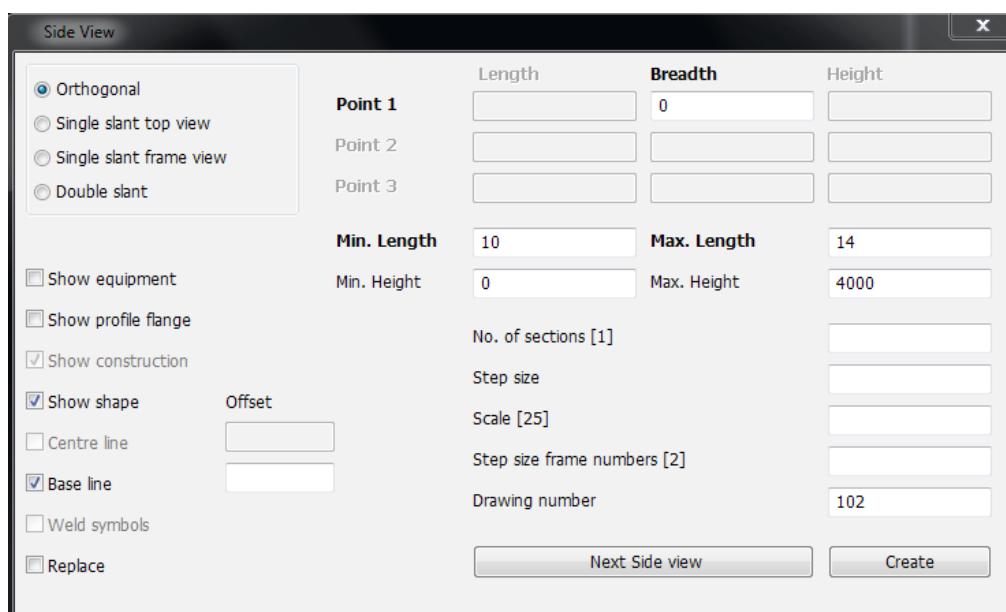
Используя меню, разделим переборку на отдельные листовые конструкции посредством создания горизонтальных сварных швов (Insert Horizontal Seam). В появившемся окне (Create Horizontal Seam) задаем высоту (Height), шаг (Step size) и количество сварных швов (Number of items):



3. Используя панель инструментов *Create Plates* САПР *NUPAS-CADMATIC* создать продольную переборку между 12-м и 13-м шпангоутами в диаметральной плоскости судна. Границы панели ограничить высотой 1,5 м и 2,8 м от основной плоскости судна.

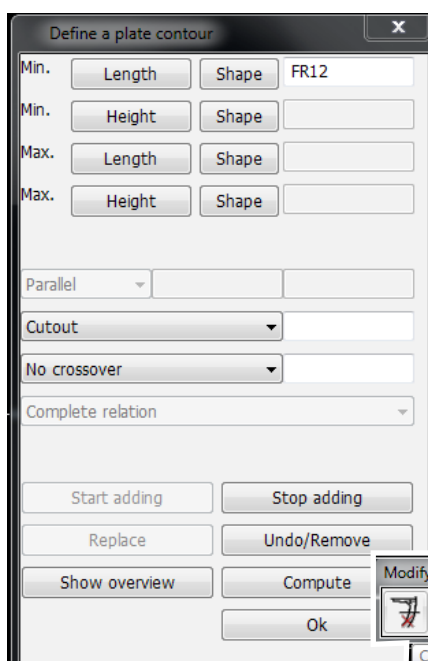


Используя меню создадим продольное сечение корпуса судна. В появившемся окне (Side View) указываем координаты сечения (Point 1/Breadth) и область видимости корпусных конструкций:

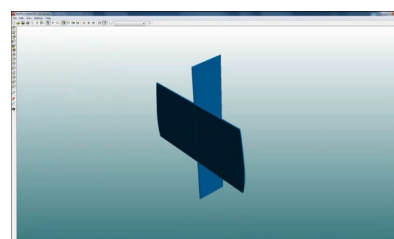


Используя текстовый редактор (Text menu), подпишем созданный вид.

Воспользовавшись меню *Plates in View*, создадим продольную переборку судна, указав в первом окне марку материала (Type of material) и толщину детали (Thickness). В следующем окне (Define a plate contour) задаем положение границ переборки: Min Length — FR12; Min Height — Shape; Max Length — FR13; Max Height — 3600:



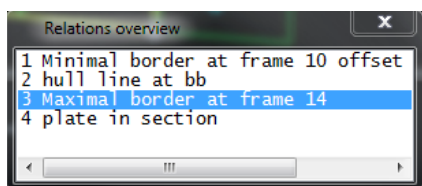
Просмотрим трехмерную модель полученной продольной переборки через *Hull Viewer*:



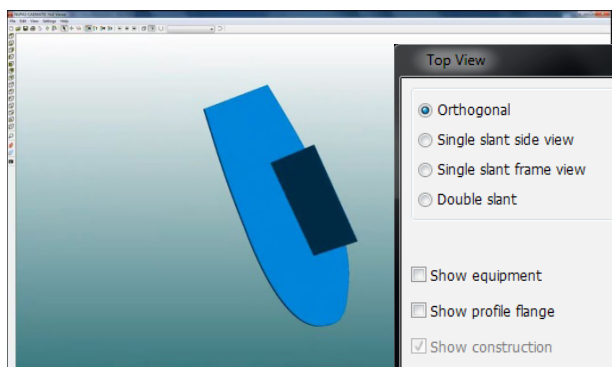
Используя редактор панелей *Modify Plates*, изменим границы продольной переборки (Change Plates Relations):



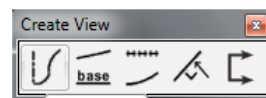
Для редактирования выбираем нужную границу во вспомогательном окне (Relations overview), после чего устанавливаем нужное значение границы в основном окне (Modify a plate contour):



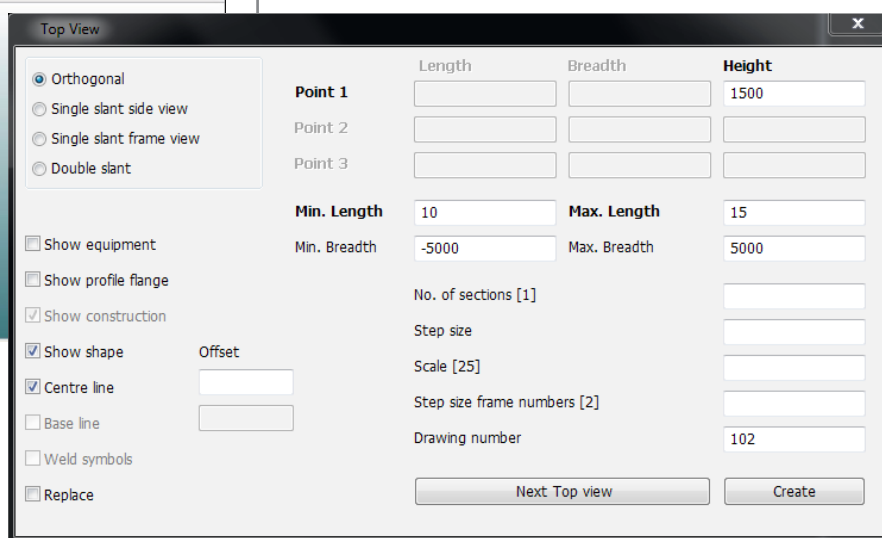
Результат редактирования переборки:



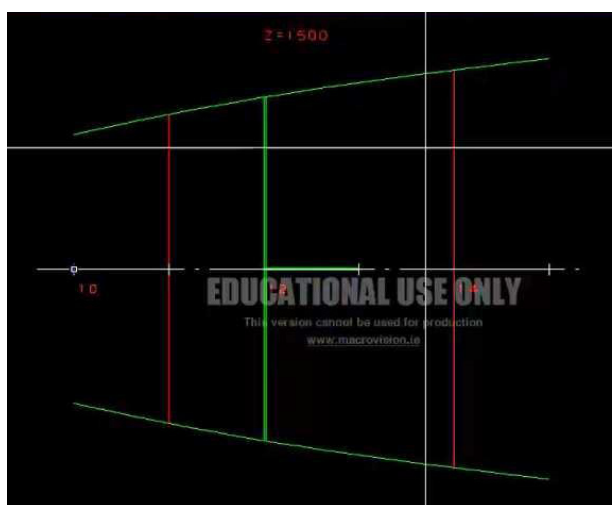
4. Используя панель инструментов *Create Plates* САПР NUPAS-CADMATIC создать второе дно на высоте 1,5 м от основной плоскости. Границы панели ограничить 11-ми 14-м шпангоутами.



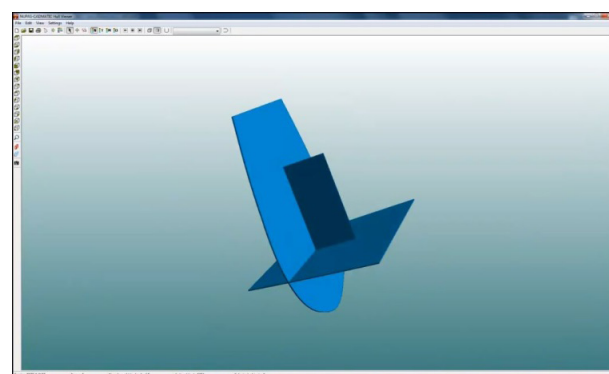
Используя меню, создадим сечение корпуса судна на высоте 1,5 м. В появившемся окне (Top View) укажем высоту сечения (Point 1/Height) и область видимости корпусных конструкций:



Используя меню *Plates in View*, создадим в полученном сечении настил второго дна толщиной 12 мм. В окне *Define a plate contour* укажем границы панели: Min Length — FR11; Max Breadth — Shape; Max Length — FR14; Min Breadth — Shape (указываем мышью бортовую обшивку судна). Получаем следующую панель:



Загрузим трехмерную модель настила второго дна в Hull Viewer:



5. Используя панель инструментов *Create Plates* САПР NUPAS-CADMATIC установить рамный водонепроницаемый флор на 13-м шпангоуте. Высота флора 1,3 м.

Создадим поперечное сечение корпуса судна (Frame View) по 13-му шпангоуту:

Frame View

☒ Orthogonal
☐ Single slant top view
☐ Single slant side view
☐ Double slant

☐ Show equipment
☐ Show profile flange
☒ Show construction
☒ Show shape
☒ Centre line
☒ Base line
☒ Weld symbols
☐ Replace

Point 1 Length Breadth Height
 Point 2
 Point 3

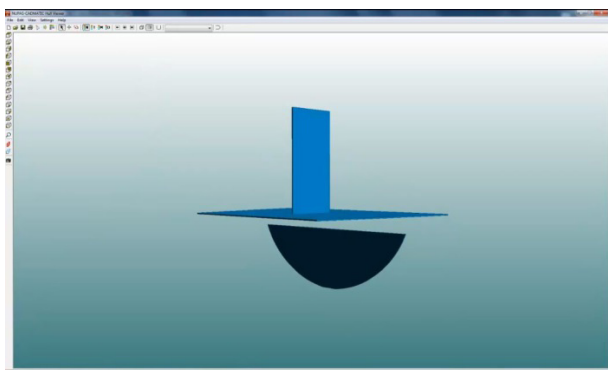
Min. Height 0 Max. Height 4000
 Min. Breadth -5000 Max. Breadth 5000

No. of sections [1]
 Step size
 Scale [25]

Drawing number 102

Next: Cross view Create

В полученном сечении создадим новую судовую панель — рамный водонепроницаемый флор, используя меню Plates in View. В окне Define a plate contour назначаем границы флора: Min Breadth — Shape; Min Height — Shape; Max Breadth — Shape; Max Height — 1300 мм. Загрузим трехмерную модель флора в Hull Viewer:

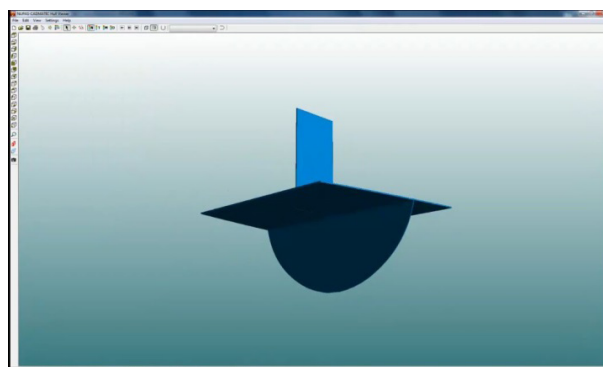


6. Используя панель инструментов Modify Plates CAIP NUPAS-CADMATIC отредакти-

ровать установленный на 13-м шпангоуте флор в соответствии с высотой второго дна (1,5 м).

Используя панель инструментов Modify Plates (Change Plate Relations), редактируем верхнюю границу флора (увеличиваем ее величину с 1,3 м на 1,5 м) в соответствии с пунктом 3 данной лабораторной работы.

Загружаем измененную трехмерную модель флора в Hull Viewer:



Контрольные вопросы

1. Исходя из каких условий корпус судна делится на отсеки?
2. Каким образом обеспечивается общая продольная прочность корпуса судна?
3. Какие основные силы действуют на корпус судна на тихой воде?
4. Какие основные силы действуют на корпус судна в условиях волнения?
5. При затоплении какого количества отсеков судно должно оставаться на плаву?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

«Выбор и установка систем набора судовых перекрытий с учетом требований к общей продольной прочности в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: научиться разрабатывать судовые перекрытия с учетом основных требований к общей продольной прочности корпуса при установке систем набора с использованием САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить основные правила установки систем набора судовых перекрытий с учетом требований к общей продольной прочности корпуса судна.

2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить систему набора днищевого перекрытия.

3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить систему набора поперечной переборки корпуса судна.

4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить систему набора продольной переборки корпуса судна.

Методические указания к выполнению:

1. Изучить основные правила установки систем набора судовых перекрытий, исходя из того, что для обеспечения общей продольной прочности корпуса судна длиной более 80 м, не-

обходимо палубные и днищевые перекрытия набирать по продольной системе, а бортовые — по поперечной [1].

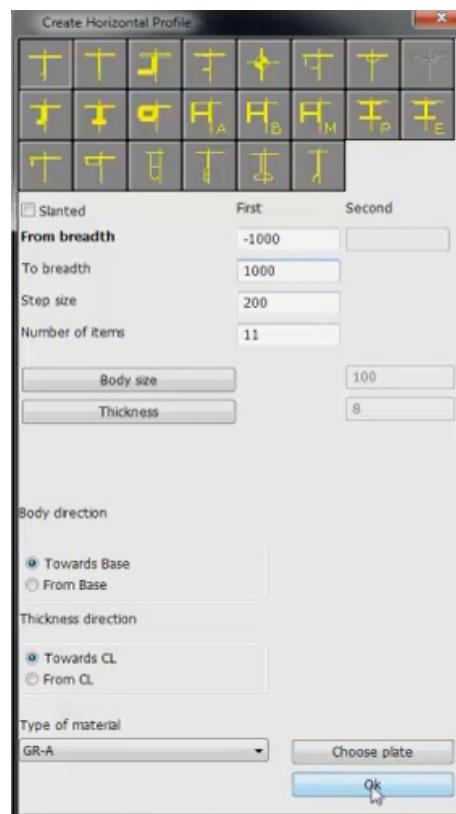
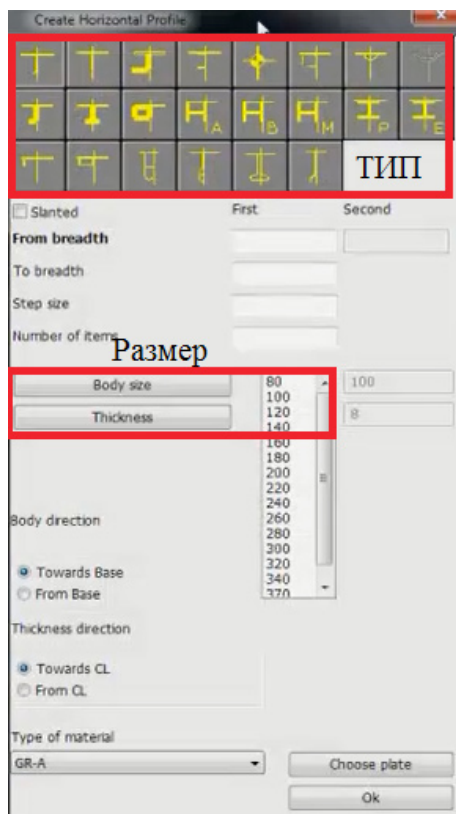
2. Используя панель инструментов *Create Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC установить продольную систему набора днищевого перекрытия.

Открываем сечение судна по настилу второго дна, созданного в лабораторной работе № 1.

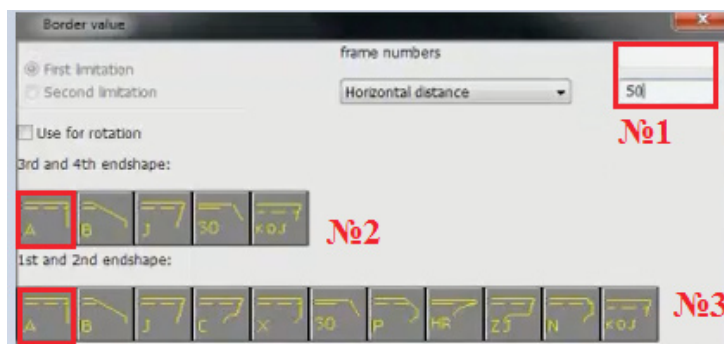
Воспользовавшись панелью инструментов Profiles



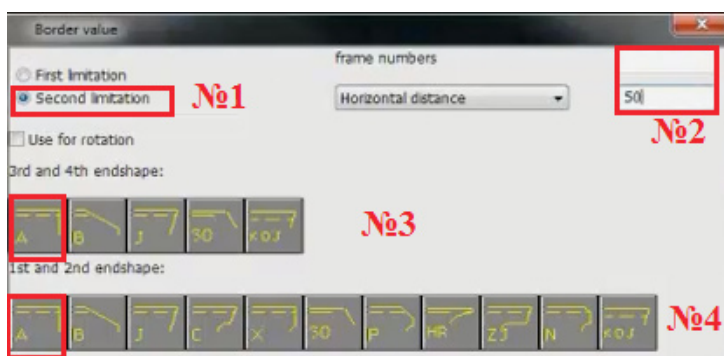
, создадим систему продольных (горизонтальных) балок набора (Insert Horizontal Profiles ) на настиле второго дна. В появившемся окне указываем тип профиля балки  и его размеры — высоту (Body size), толщину (Thickness), а также указываем второе дно (Choose Plate), на котором будут установлены балки. В этом же окне указываем область существования балок набора (from breadth — to breadth), их количество (Number of items) либо расстояние между балками (Step size):



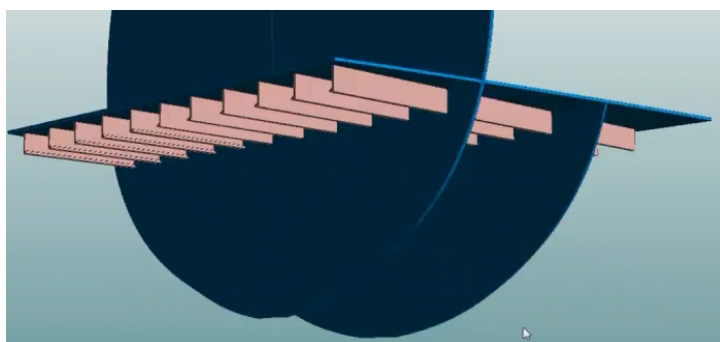
В следующем окне (Border value) определяем первую крайнюю точку балки: 1) координаты первой кромки балки и отступ от указанной границы; 2) тип обрезки стенки балки; 3) тип обрезки бульба:



Переходим на определение второй кромки балки (Second limitation), выполняя последовательно шаги, аналогично указанным для первой кромки:

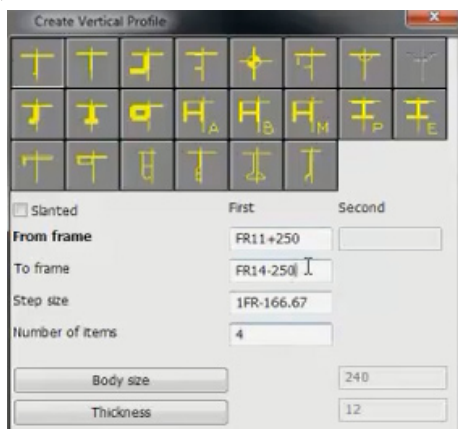


Просмотрим трехмерную модель полученного перекрытия второго дна судна в модуле Hull Viewer:

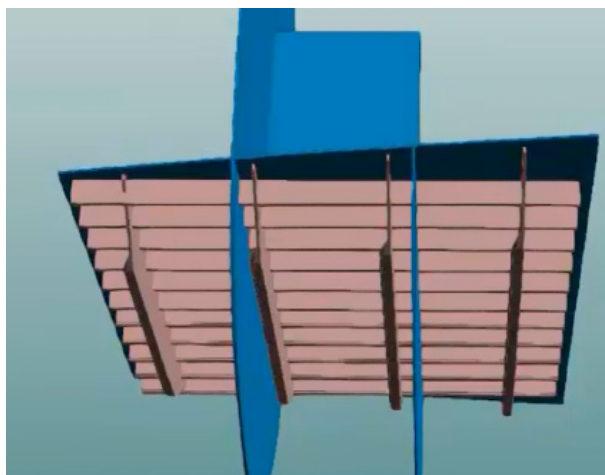


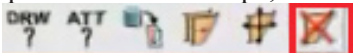
Для создания поперечных балок на настиле второго дна заходим в меню Insert Vertical

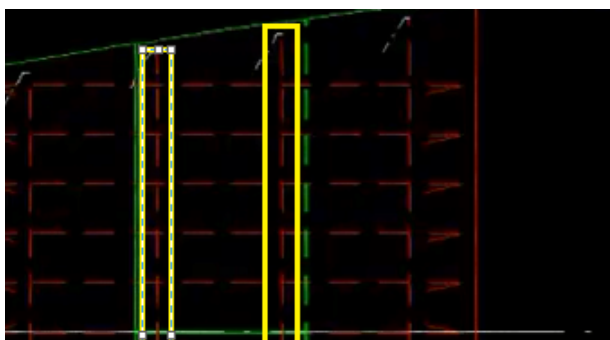
Profiles. Построение вертикальных балок набора осуществляется аналогично горизонтальным, с той лишь разницей, что область существования балок определяется не шириной, а длиной (from frame — to frame):



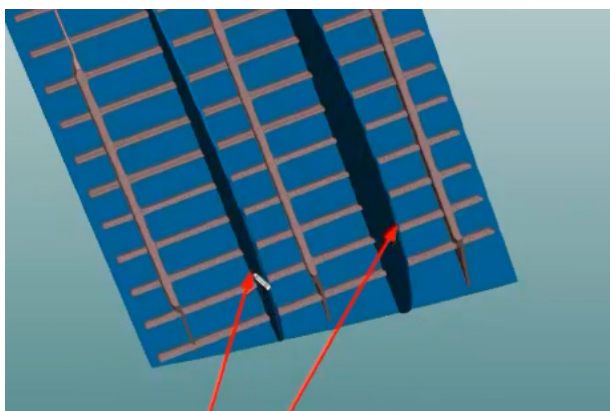
Загружаем обновленную модель перекрытия:



Отредактируем систему набора, удалив промежуточные поперечные балки набора, воспользовавшись меню :

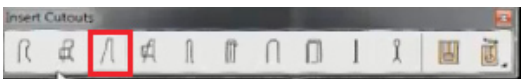


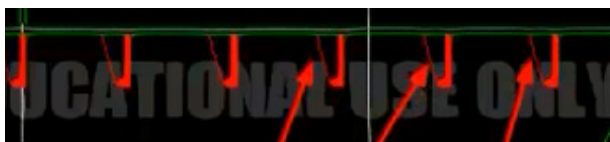
Далее построим новую поперечную балку между двумя рамными флорами, выполнив построения описанные выше. Просмотрим результат редактирования на трехмерной модели:



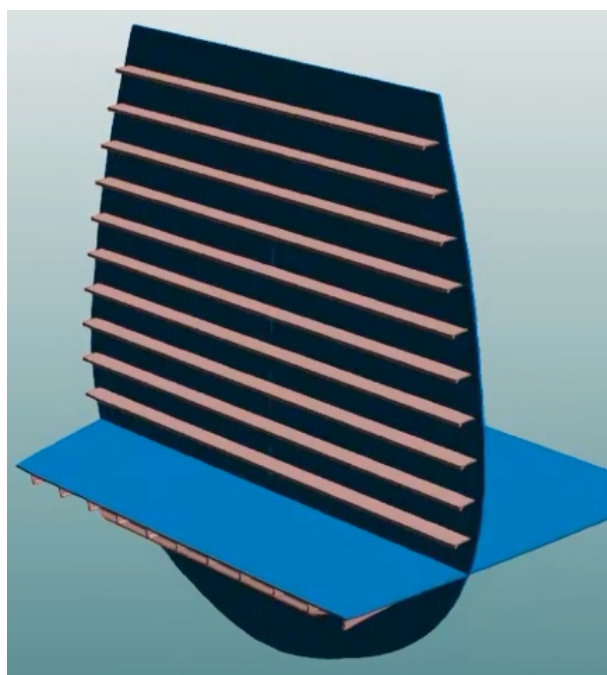
3. Используя панель инструментов *Create Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC установить поперечную систему набора поперечной переборки корпуса судна.

Открываем сечение судна по поперечной переборке, созданной в лабораторной работе №1. Прежде, чем приступить к созданию набора, произведем редактирование. Созданные ранее продольные балки набора проходят через рамный флор. Создадим во флоре вырезы для прохода указанных балок, используя меню .

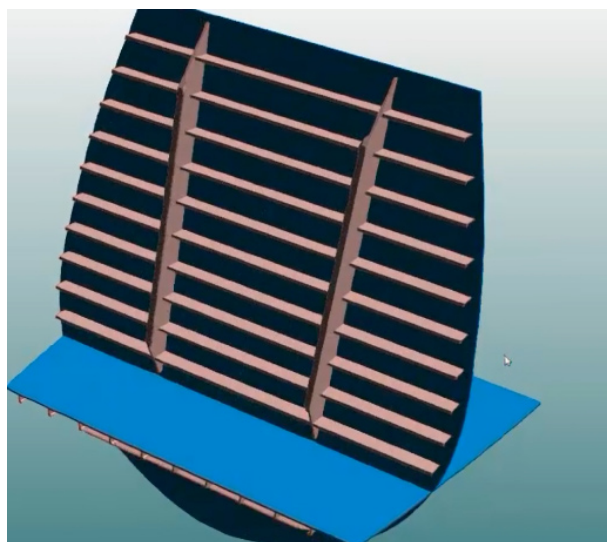
В появившемся окне выбираем форму выреза: 
реза:
Указав нужные балки, получаем следующий вид:

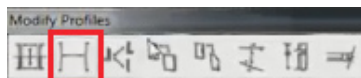


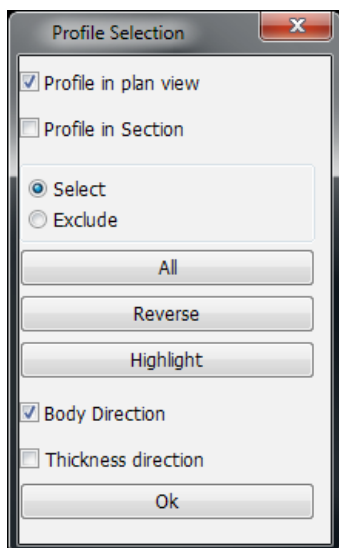
Используя меню *Profiles*, создаем систему горизонтальных балок набора на поперечной переборке судна описанным ранее способом. Загружаем полученную модель:



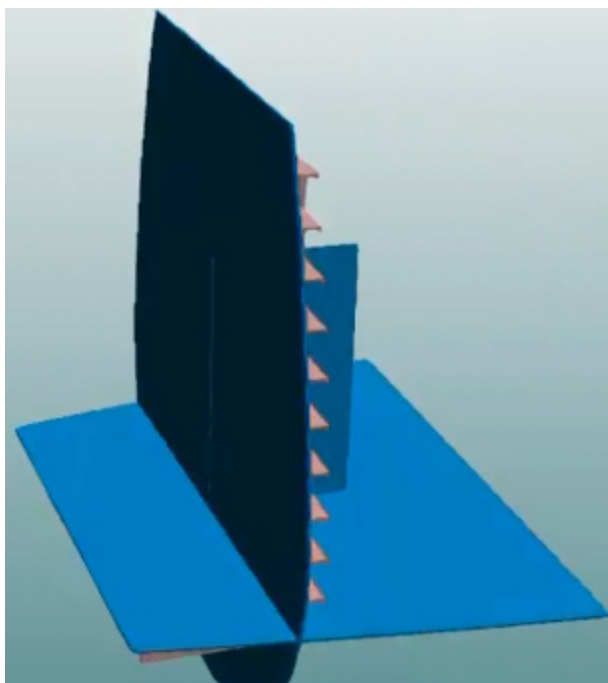
Аналогично создаем систему вертикальных балок:



Произведем редактирование полученной поперечной системы набора перекрытия, используя меню *Modify Profiles* . Изменим направление толщины и сторону установки балок набора, выбрав меню  и убрав отметку в появившемся окне с полей *Thickness direction* и *Body Direction*:

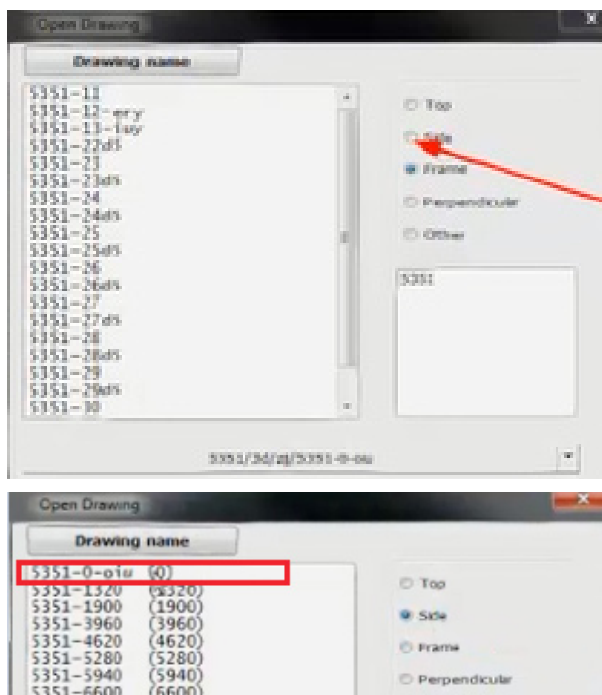


Загружаем результат:



4. Используя панель инструментов *Create Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC установить поперечную систему набора продольной переборки корпуса судна.

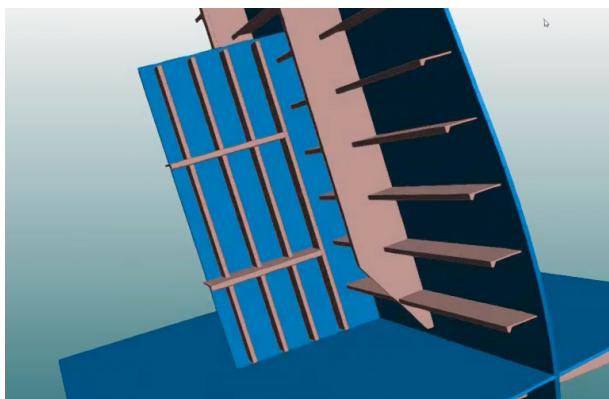
Открываем сечение судна на продольную переборку, созданную в лабораторной работе № 1:



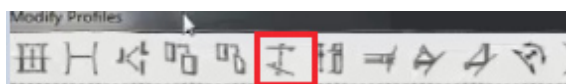
Используя меню *Profiles*, создаем вертикальные балки основного набора, подкрепляющие продольную переборку, аналогично предыдущим пунктам работы. Далее создаем систему горизонтальных рамных балок:



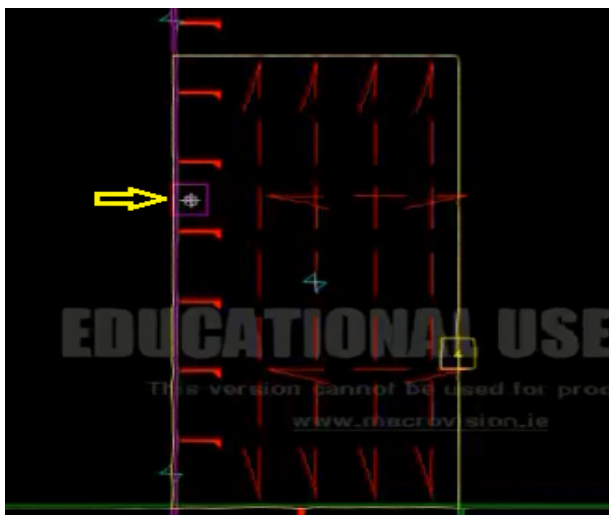
Загружаем трехмерную модель продольной переборки:



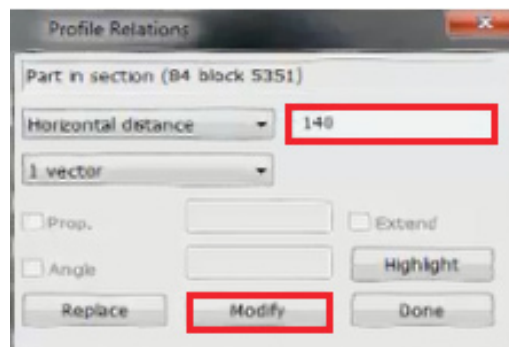
Используя меню Modify Profile, произведем редактирование длины горизонтальных балок набора, выбрав команду Profile Relations



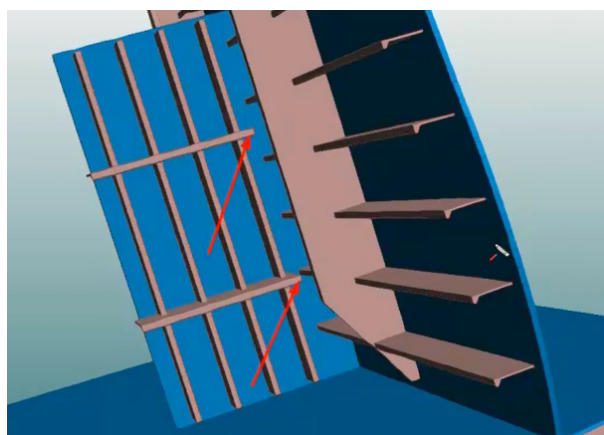
Далее указываем балки и непосредственно точки для редактирования:



В появившемся окне (Profile Relations) изменяем поле Horizontal distance и модифицируем его клавишей Modify:



Смотрим измененную модель системы набора продольной переборки корпуса судна:



Контрольные вопросы

1. В чем отличие рамных балок от балок основного набора?
2. Какие профили используют в качестве балок набора корпуса судна?
3. Что представляет собой судовое перекрытие?
4. Что такое система набора, и какие типы систем набора можно встретить в корпусе судна?
5. Исходя из каких правил устанавливают отдельные типы систем судового набора?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

«Изменение прочности судового перекрытия путем редактирования системы набора в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить понятие местной прочности и научиться редактировать системы набора судовых перекрытий с учетом их влияния на прочность перекрытия, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

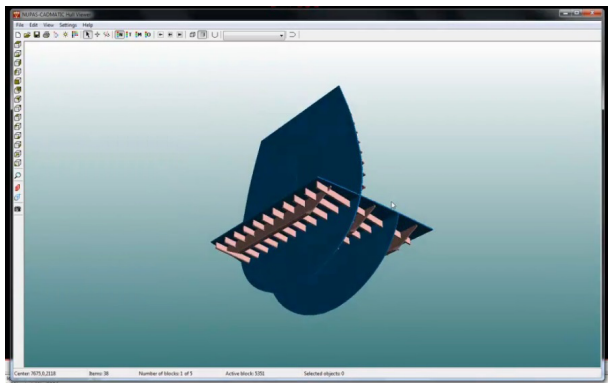
1. Изучить основные требования к обеспечению местной прочности корпуса судна.
2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать систему набора днищевого перекрытия с точки зрения повышения его прочности.
3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать систему набора поперечной переборки корпуса судна с точки зрения повышения ее прочности.

Методические указания к выполнению:

1. Изучить основные требования к обеспечению местной прочности корпуса судна для редактирования систем набора судовых перекрытий [7].

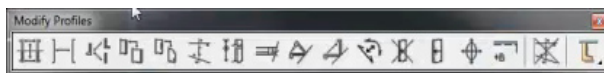
2. Используя панель инструментов *Modify Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать систему набора днищевого перекрытия с точки зрения повышения его прочности путем изменения размеров и профиля поперечных и продольных балок набора.

Загружаем из базы данных проекта сечение судна на высоте 1,5 м (вид на настил второго дна), открываем трехмерную модель днищевого перекрытия с продольной системой набора в модуле Hull Viewer:

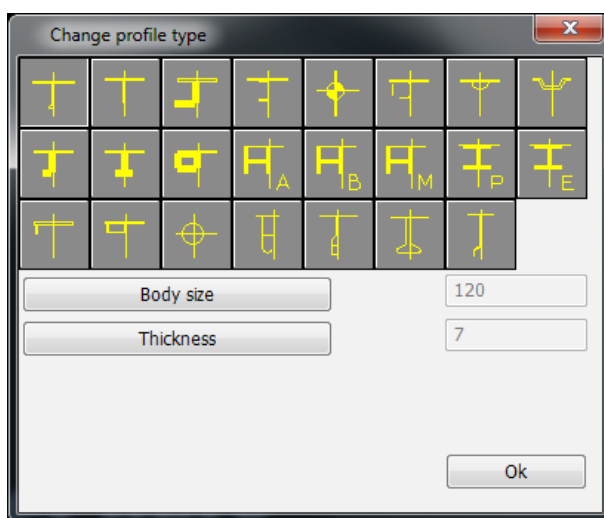


Используя панель инструментов *Modify Profiles*, произведем редактирование системы

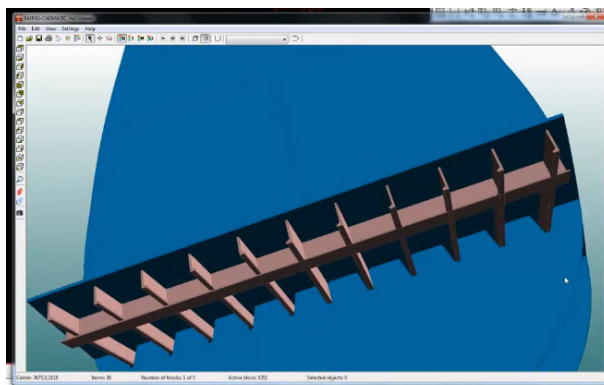
набора перекрытия с точки зрения повышения его прочности:



Выбрав на панели инструментов кнопку *Change Profile type*, в появившемся окне увеличиваем размеры выбранных балок набора перекрытия и изменяем их профиль:

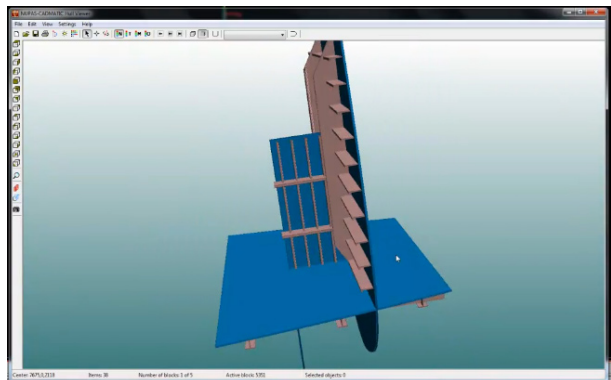


Загружаем обновленную модель днищевого перекрытия:

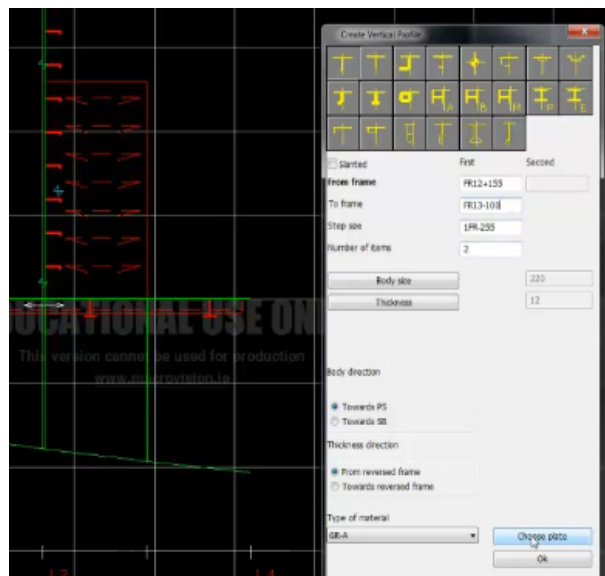


3. Используя панель инструментов *Modify Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать систему набора продольной переборки корпуса судна с точки зрения повышения ее прочности путем изменения количества поперечных и продольных балок набора, а также их ориентации в пространстве.

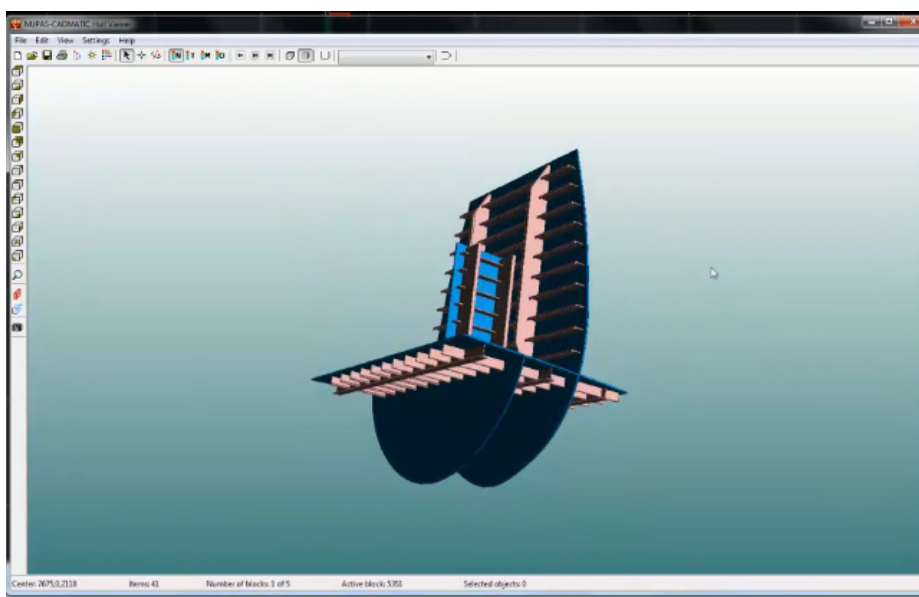
Открываем сечение корпуса судна по диаметральной плоскости между 11-м и 14-м шпангоутами (вид на продольную переборку с продольной системой набора, созданную в лабораторной работе № 1), загружаем трехмерную модель:



Меняем продольную систему набора переборки на поперечную, воспользовавшись панелью инструментов Create Profiles:



Загружаем модифицированную трехмерную модель продольной переборки с поперечной системой набора:



Контрольные вопросы

1. Как влияет размер балок на прочность судового перекрытия?
2. Как определить тип системы набора судового перекрытия?
3. В каких случаях используется клетчатая система набора?
4. Что такое судовая пластина?
5. Как обеспечивается местная прочность судна?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №4

«Снижение металлоемкости корпусных конструкций путем создания вырезов в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить общие требования к технологичности корпусных конструкций и научиться создавать вырезы в судовых панелях с учетом основных требований к металлоемкости и плавучести корпуса судна, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Проанализировать общие требования, предъявляемые к технологичности корпусных конструкций.

2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать вырезы во флоре.

3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать систему вырезов в настиле второго дна.

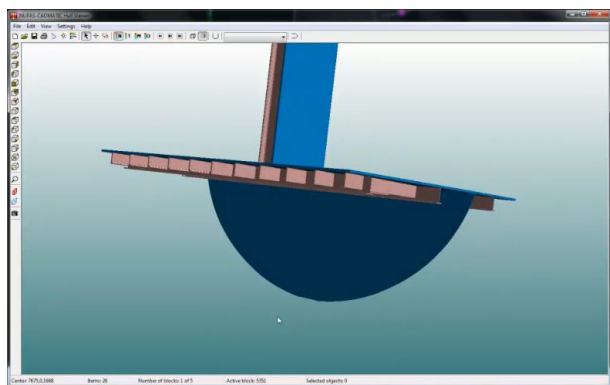
4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать форму, размеры и координаты расположения вырезов во флоре.

Методические указания к выполнению:

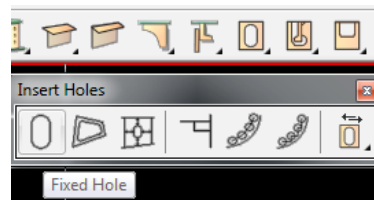
1. Проанализировать общие требования, предъявляемые к технологичности корпусных конструкций с точки зрения металлоемкости, а также основы нормирования плавучести [1, 7].

2. Используя панель инструментов *Create Holes* САПР NUPAS-CADMATIC создать два выреза (лаза) во флоре на 13-м шпангоуте, расположенные симметрично относительно диаметральной плоскости судна.

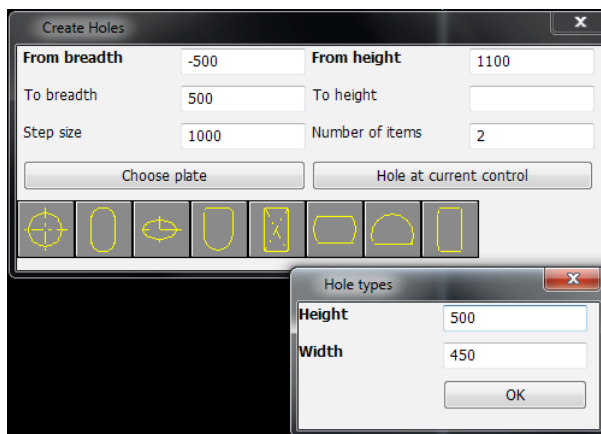
Открываем поперечное сечение судна по 13-му шпангоуту (вид на рамный флор) и загружаем вид в Hull Viewer:



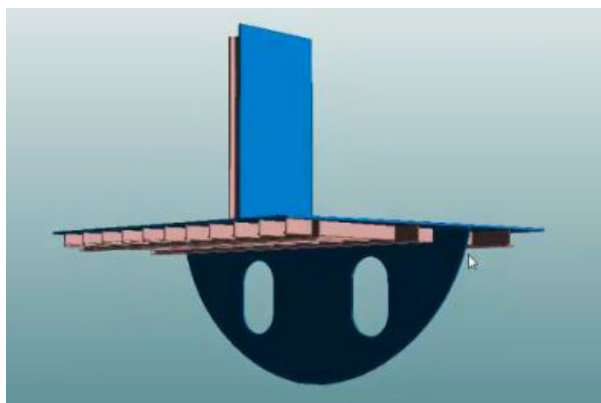
Для создания вырезов используем панель инструментов *Insert Holes* (Fixed hole):



В появившемся окне (*Create Holes*) создаем систему из двух вырезов (лазов), указав при этом тип выреза (*Hole at current control*), размеры (*Hole types*), их количество (*number of items*) и координаты (высоту – *from height*, ширину – *from breadth / to breadth*):

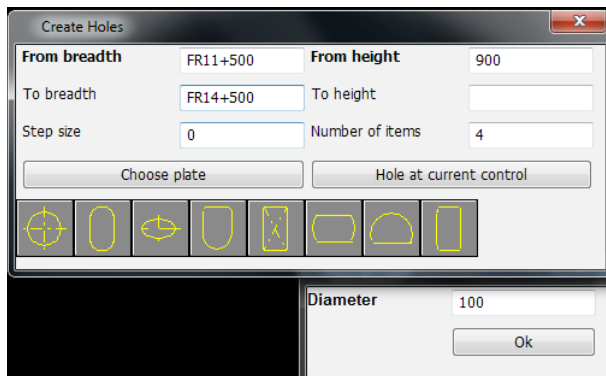


Загружаем видоизмененную трехмерную модель рамного флора на 13-м шпангоуте:

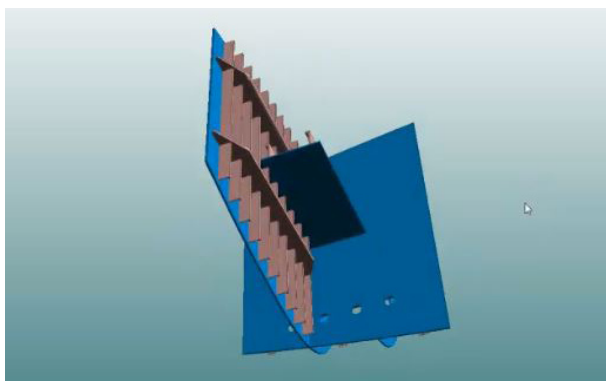


3. Используя панель инструментов *Create Holes* САПР NUPAS-CADMATIC создать систему вырезов в форме окружностей, расположенных параллельно бортам, в настиле второго дна судна.

Открываем вид на настил второго дна (Open Drawing), созданный в лабораторной работе № 1. Далее используем панель инструментов Holes и создаем систему из 4-х вырезов в форме окружностей диаметром 100 мм, аналогично пункту 2 данной лабораторной работы:



Загружаем трехмерную модель настила второго дна в Hull Viewer:

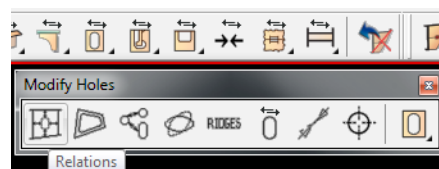


4. Используя панель инструментов Modify Holes САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать форму, размеры и координаты вырезов, созданных в рамном флоре на 13-м шпангоуте.

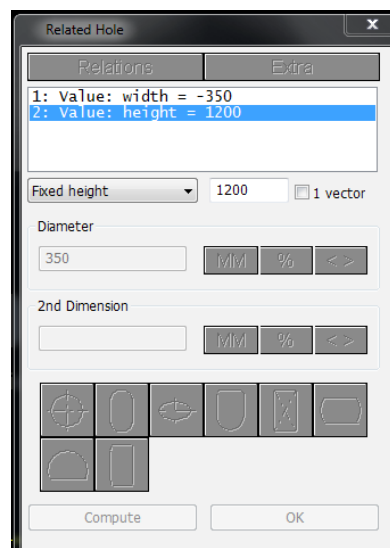
Открываем поперечное сечение судна по 13-му шпангоуту (Open Drawing):



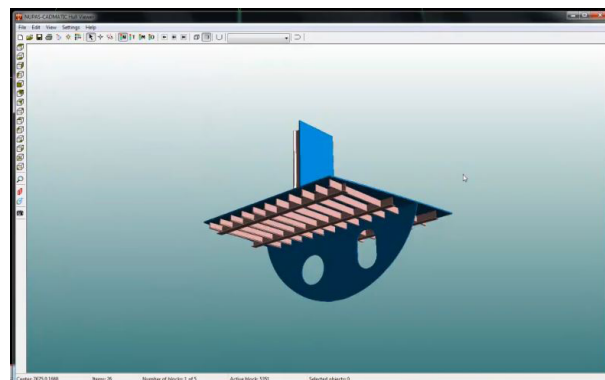
Редактируем первый вырез, используя панель инструментов Modify Holes (Relations):



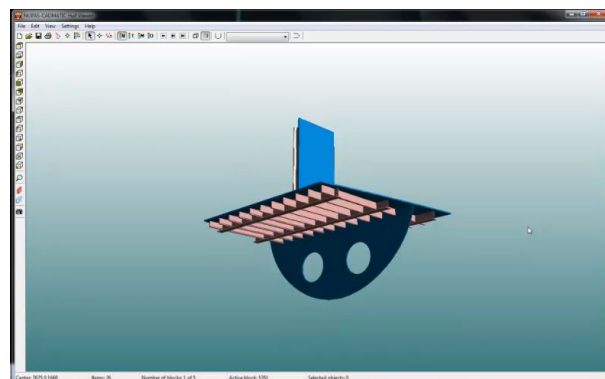
В появившемся окне (Related Hole) выбираем новую форму выреза (окружность), диаметр, и координаты:



Загружаем модифицированную трехмерную модель флора:



Используя описанный выше алгоритм, изменяем второй вырез и загружаем модель в Hull Viewer:



Контрольные вопросы

1. Какие требования предъявляют к технологичности судового корпуса?
2. В чем заключается назначение вырезов в корпусных конструкциях?
3. Какие типы вырезов используются при создании корпусных конструкций судна?
4. Для чего необходимо уменьшать металлоемкость конструкций корпуса?
5. Каким образом вес корпуса судна влияет на его плавучесть?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №5

«Увеличение прочности судового перекрытия, ослабленного вырезом, в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить понятие и особенности изменения жесткости отдельных судовых конструкций, научиться регулировать жесткость пластин судовых перекрытий, ослабленных вырезами, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить основные требования, предъявляемые к жесткости судовых корпусных конструкций.

2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать фланец в вырезе, созданном в рамном флоре.

3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать ребра жесткости, подкрепляющие вырез, созданный во флоре.

4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC изменить размеры выреза, фланца, ребер жесткости и толщину флора с точки зрения увеличения жесткости конструкции.

Методические указания к выполнению:

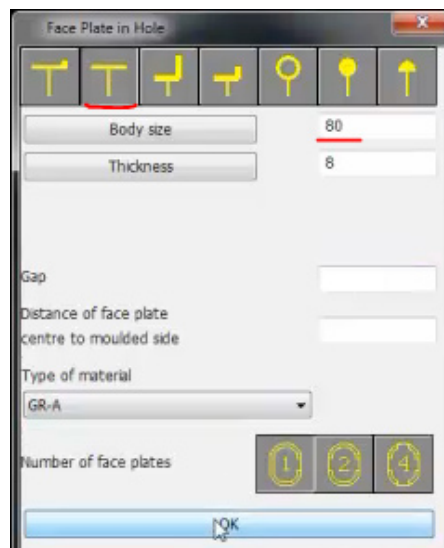
1. На жесткость судовых конструкций, ослабленных вырезами, влияют: размеры выреза, наличие фланца и ребер жесткости, толщина пластин [1].

2. Используя панель инструментов *Create Flanges* САПР NUPAS-CADMATIC создать фланец в вырезе, созданном во флоре на 13-м шпангоуте. Профиль фланца — полоса. Ширина фланца — 80 мм.

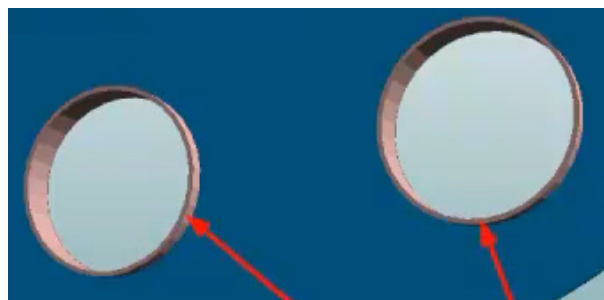
Открываем поперечное сечение корпуса судна по 13-му шпангоуту. Для создания фланца используем панель инструментов *Face Plates*:



и выбираем нужный вырез. В появившемся окне (*Face Plate in Hole*) указываем тип фланца (полоса), ширину (*Body Size* — 80 мм), толщину профиля (*Thickness* — 8 мм), марку материала (*Type of material*) и количество элементов фланца (*Number of face plates*):

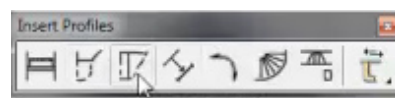


Загружаем трехмерную модель рамного флора в Hull Viewer:

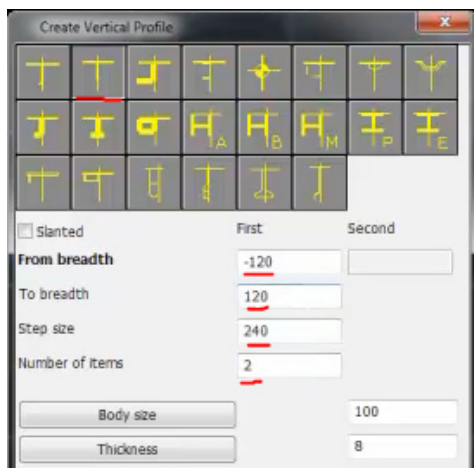


3. Используя панель инструментов *Create Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC создать ребра жесткости, подкрепляющие вырез, созданный во флоре на 13-м шпангоуте. Профиль ребер жесткости — полоса. Высота ребра жесткости — 100 мм.

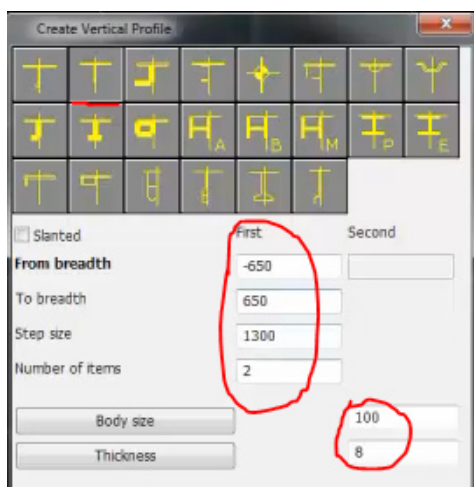
Продолжим работу с рамным флором, расположенным на 13-м шпангоуте. Подкрепим вырезы дополнительными ребрами жесткости, используя меню *Profiles* (*Create vertical Profiles*):



Производим построение ребер жесткости аналогично построению балок набора из лабораторной работы № 2. При этом ребра жесткости будут иметь плоский профиль и располагаться симметрично относительно диаметральной плоскости судна:

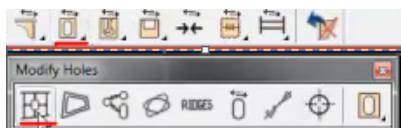


С противоположной стороны вырезов создаем еще два ребра жесткости:

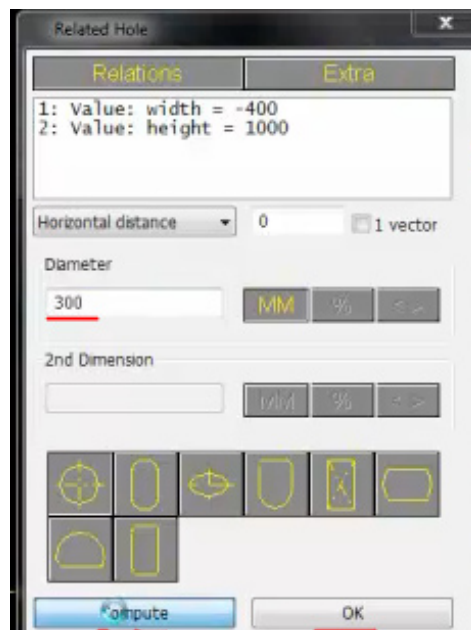


4. Используя панель инструментов Modify Holes САПР NUPAS-CADMATICS уменьшить размеры выреза. Используя панель инструментов Modify Flanges САПР NUPAS-CADMATICS увеличить размеры фланца и изменить его профиль на полосу. Используя панель инструментов Modify Profiles САПР NUPAS-CADMATICS увеличить размеры ребер жесткости, изменить их профиль на полосу, а также увеличить их количество и ориентацию в пространстве. Используя панель инструментов Modify Panels САПР NUPAS-CADMATICS увеличить толщину флора, расположенного на 13-м шпангоуте.

Используя панель инструментов Modify Holes



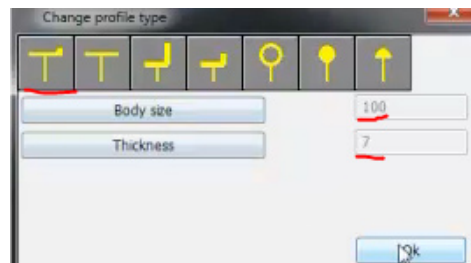
уменьшаем диаметр вырезов флора:



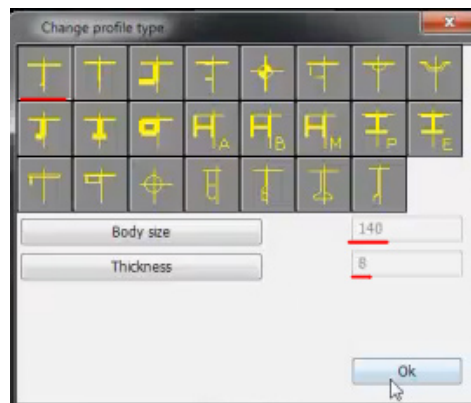
Используя панель инструментов Modify Face Plates



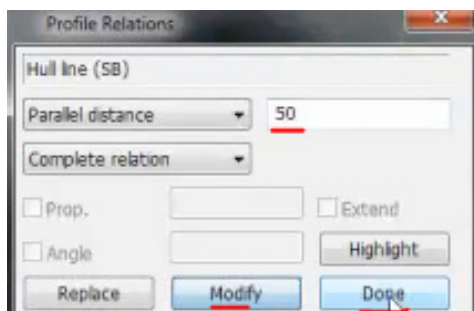
изменяем тип приварного фланца выреза (заменяем плоскую полосу на полосу):



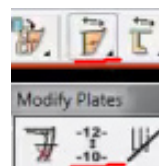
Редактируем профиль ребер жесткости, используя панель инструментов Modify Profiles>>Profiles Selection:



Изменяем размеры рёбер жёсткости, используя меню Modify Profiles:



Увеличиваем толщину рамного флора, используя меню Modify Plates:



Контрольные вопросы

1. Что входит в понятие жесткости корпусных конструкций?
2. Какие судовые элементы обеспечивают жесткость корпуса судна?
3. Какие конструктивные требования предъявляют к фланцам?
4. Для чего используют ребра жесткости в судовых корпусных конструкциях?
5. Каким образом толщина пластины влияет на жесткость перекрытия в целом?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №6

«Снижение концентрации напряжений в местах соединения корпусных конструкций в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить понятие и особенности появления концентрации напряжений в судовых конструкциях и научиться уменьшать их величину в местах соединения корпусных конструкций, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить требования, предъявляемые к усталостной прочности судовых конструкций, и причины возникновения концентрации напряжений.

2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC снизить уровень концентрации напряжений в местах соединения двух балок судового набора: бимса и шпангоута путем установки brackets без фланца.

3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC снизить уровень концентрации напряжений в месте соединения балки судового набора и листовой конструкции: шпангоута и настила второго дна путем установки brackets с фланцем.

4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC отредактировать размеры созданных brackets с точки зрения обеспечения их жесткости.

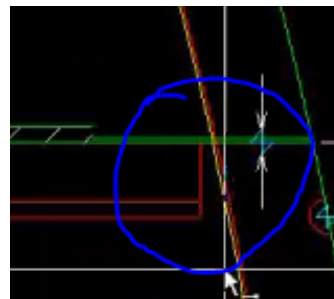
5. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC снизить уровень концентрации напряжений в месте прохода балки судового набора через судовую листовую конструкцию — флор — путем создания выреза в листовой конструкции для прохода балки набора.

Методические указания к выполнению:

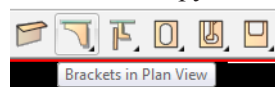
1. С точки зрения прочности концентрация напряжений возникает в местах соединения корпусных конструкций: балок основного и рамного набора, балок набора и листовых конструкций [1].

2. Используя панель инструментов *Create Brackets* САПР NUPAS-CADMATIC установить bracketу без фланца в месте соединения двух балок судового набора: бимса и шпангоута, расположенных в поперечном сечении корпуса судна по 13-му шпангоуту.

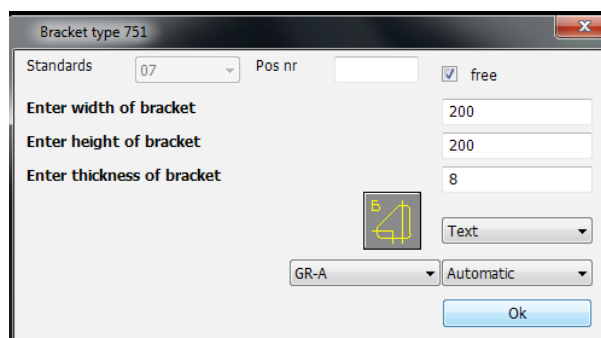
Открываем поперечное сечение корпуса судна по 13-му шпангоуту. Определяем место соединения бимса и шпангоута:



Используя панель инструментов Brackets



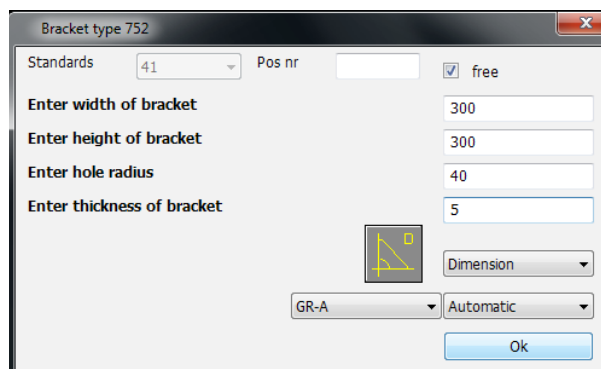
определяем синтаксис и указываем катеты будущей bracketы. В появившемся окне определяем размеры bracketы:



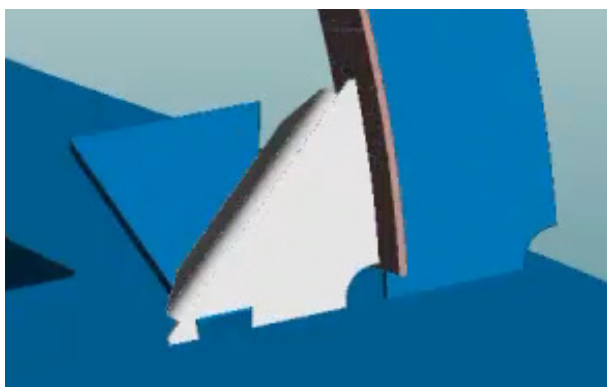
Для редактирования размеров bracketы используем меню *Modify Brackets*.

3. Используя панель инструментов *Create Brackets* САПР NUPAS-CADMATIC установить bracketу с фланцем в месте соединения балки судового набора и листовой конструкции: шпангоута и настила второго дна, расположенным в поперечном сечении судна по 13-му шпангоуту.

Повторяем пункт 2 данной лабораторной работы, при этом выбираем другой синтаксис bracketы и соответственно размеры:

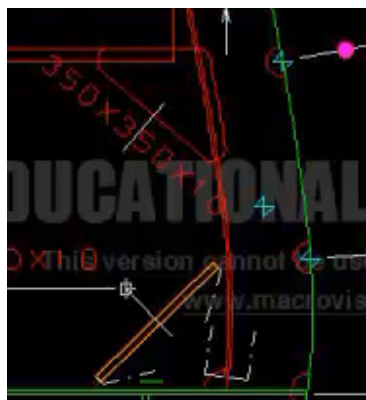


Загружаем трехмерную модель созданной бракеты в Hull Viewer:



4. Используя панель инструментов *Modify Brackets* САПР NUPAS-CADMATiC увеличить размеры катетов и толщину созданных бракет, расположенных на 13-м шпангоуте.

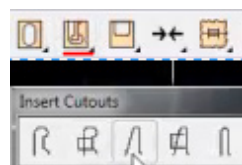
Редактируем размеры бракеты, используя меню *Modify Brackets*:



5. Используя панель инструментов *Create Cutouts* САПР NUPAS-CADMATiC создать вырез для прохода балки судового набора (продоль-

ная балка настила второго дна) через листовую конструкцию (флор, расположенный на 13-м шпангоуте). Используя панель инструментов *Modify Cutouts* САПР NUPAS-CADMATiC изменить тип выреза.

Вырезы для прохода балок набора создаем, используя панель инструментов *Cutouts*. В появившемся окне указываем тип выреза:



Указав нужные балки, создаем соответствующие вырезы:



Редактируем часть вырезов, используя меню *Modify Cutouts*:



Загружаем трехмерную модель перекрытия в Hull Viewer:



Контрольные вопросы

1. Что такое напряжения?
2. Каковы причины возникновения мест концентрации напряжений?
3. Каким образом понижается уровень концентрации напряжений в корпусных конструкциях?
4. Какие нагрузки действуют на корпус судна?
5. Чем усталостная прочность конструкций отличается от общей прочности?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №7

«Обеспечение жесткости судового корпуса путем установки рамных шпангоутов в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить особенности образования шпангоутных рам на судовом корпусе и научиться устанавливать рамные шпангоуты на судне, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить требования, предъявляемые к жесткости судового корпуса, и особенности образования шпангоутных рам.

2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить шпангоут основного набора бортового перекрытия корпуса судна.

3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC редактировать размеры и профиль установленного шпангоута.

4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить рамный шпангоут в корпусе судна.

Методические указания к выполнению:

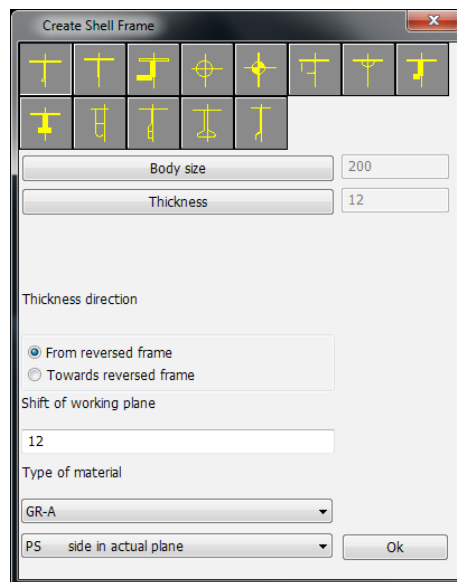
1. Для обеспечения жесткости судового корпуса на каждой шпации устанавливают шпангоуты основного набора, а через 3...4 шпации — рамные шпангоуты, образующие судовую шпангоутную раму [1].

2. Используя панель инструментов *Create Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC установить 16-й шпангоут основного набора (профиль — полособульб) бортового перекрытия корпуса судна.

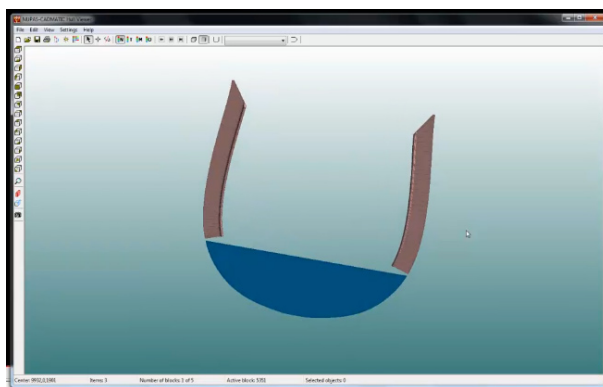
Открываем поперечное сечение корпуса судна по 16-му шпангоуту. Используя панель инструментов *Profiles in View*, создаем рамный шпангоут:



В появившемся окне (*Create Shell Frame*) указываем тип балки, размеры и в дальнейшем тип обрезки кромок:

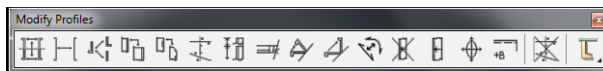


Выполнив аналогичные операции для противоположного борта судна, получаем шпангоутную раму судна. Загружаем трехмерную модель:

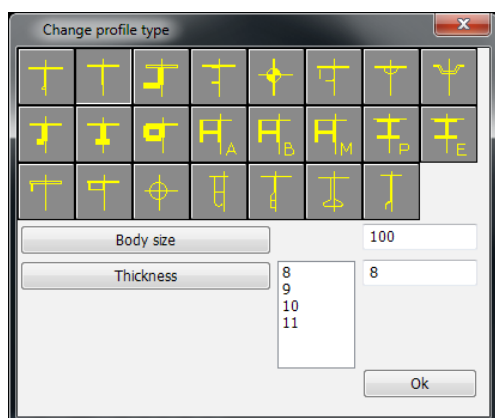


3. Используя панель инструментов *Modify Profiles* САПР NUPAS-CADMATIC уменьшить размеры и изменить профиль установленного шпангоута.

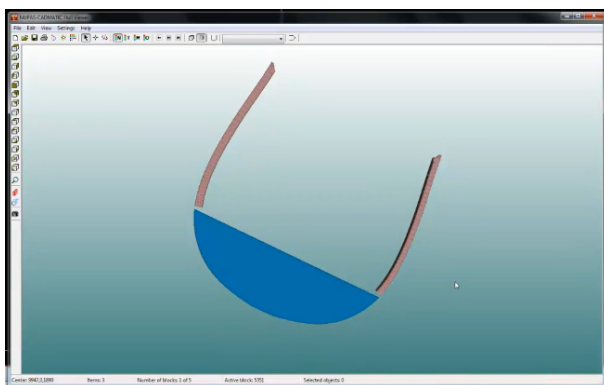
Отредактируем полученную шпангоутную раму, используя меню *Modify Profiles*:



В появившемся окне (Change profile type) изменяем тип профиля и его размеры:

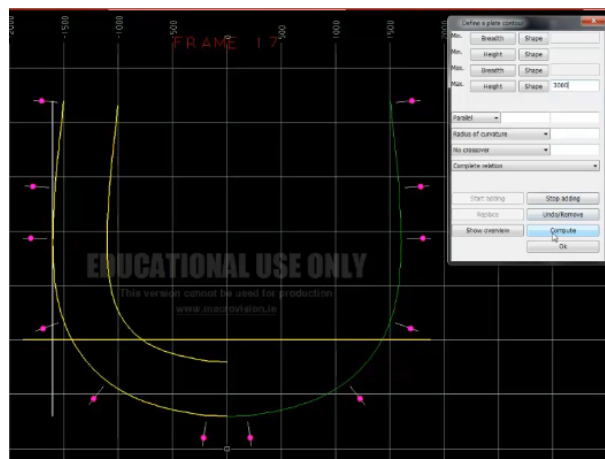


Загружаем отредактированную модель шпангоута в Hull Viewer:

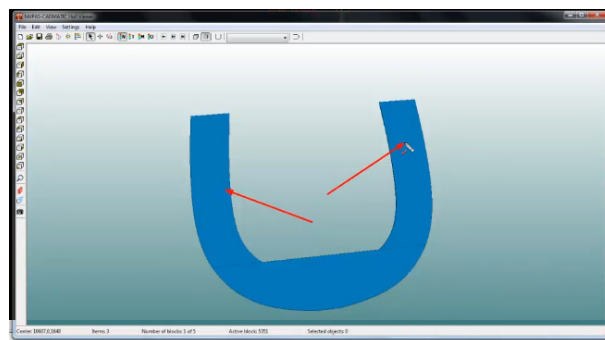


4. Используя панель инструментов Create Panels САПР NUPAS-CADMATIC установить рамный шпангоут в корпусе судна на 17-м теоретическом шпангоуте. Используя панель инструментов Modify Panels САПР NUPAS-CADMATIC редактировать размеры созданного шпангоута.

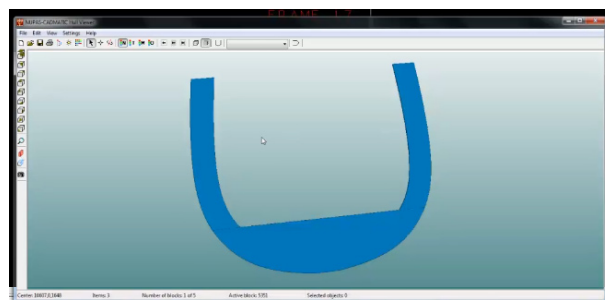
Открываем поперечное сечение корпуса судна по 17-му шпангоуту. Используя панель инструментов Create Panels, создадим рамный шпангоут аналогично созданию судовых панелей. Зададим границы панелей: 1) привязана к бортовой обшивке корпуса; 2) координата по высоте; 3) параллельна бортовой обшивке (указываем расстояние); 4) координата по высоте:



Повторив данную последовательность операций, создадим рамный шпангоут на противоположном борту судна. Загружаем трехмерную модель конструкции:



Используя панель инструментов Modify Plates, отредактируем созданные рамные шпангоуты — уменьшим высоту рамных шпангоутов (расстояние до параллельной границы). Загружаем трехмерную модель:



Контрольные вопросы

1. Чем отличаются основные шпангоуты от рамных?
2. Как образуется шпангоутная рама?
3. Что такое шпангоут?
4. Из каких элементов состоят рамные шпангоуты?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №8

«Увеличение жесткости свободных кромок судовых листовых конструкций в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить основы обеспечения жесткости судовых листовых конструкций на примере судовых панелей со свободными кромками и научиться создавать фланцы в корпусных конструкциях, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить основы обеспечения жесткости судовых листовых конструкций на примере судовых панелей.
2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать отогнутый фланец на свободной кромке судовой панели.
3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC редактировать размеры фланца, созданного на свободной кромке судовой панели, и тип обрезки кромок.
4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC установить ребро жесткости рядом

со свободной кромкой судовой панели. Редактировать его.

Методические указания к выполнению:

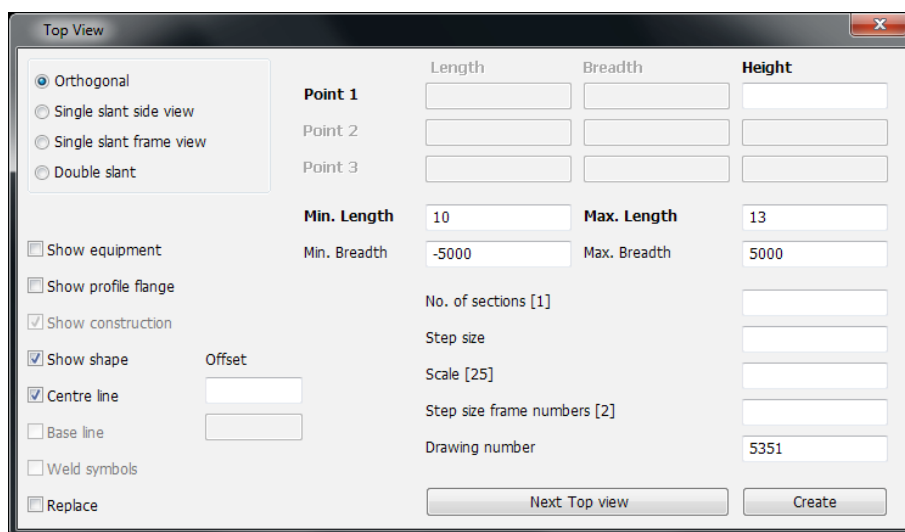
1. Жесткость свободных кромок судовых панелей можно увеличить за счет установки на последней отогнутого фланца и ребра жесткости [1].

2. Используя панель инструментов *Create Flanges* САПР NUPAS-CADMATIC создать отогнутый фланец на свободной кромке судовой панели, установленной на высоте 1600 мм от основной плоскости судна и которая проходит через 11-й шпангоут.

Создаем новый разрез корпуса судна на высоте 1600 мм от основной плоскости, используя



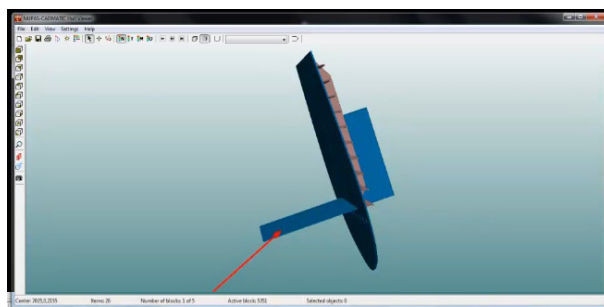
следующее меню: . Для этого в появившемся окне (Top View) указываем высоту сечения (Point 1 — Height):



В данном разрезе расположена судовая панель с тремя свободными кромками:



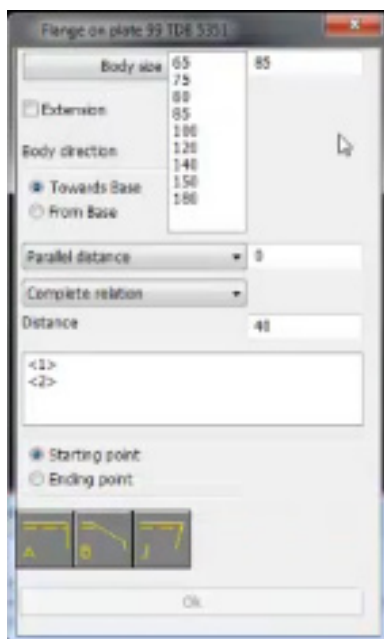
Загружаем трехмерную модель данной конструкции в Hull Viewer:



Для повышения жесткости данной панели создадим на одной из свободных кромок отогнутый фланец, используя меню Flanges:



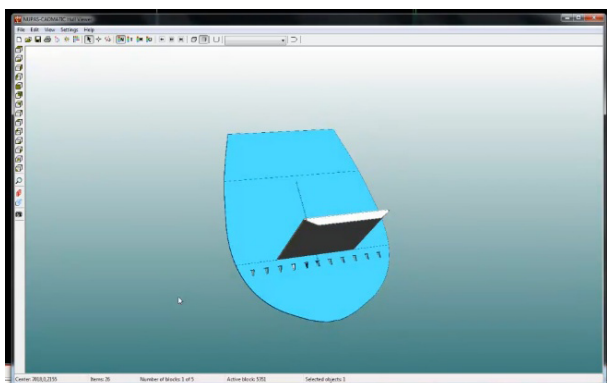
В появившемся диалоговом окне указываем границу панели с фланцем, ширину фланца (Body size), первую кромку фланца (Starting point) с указанием типа обрезки кромок и вторую кромку (Ending point):



На выбранной кромке отображается созданный фланец:

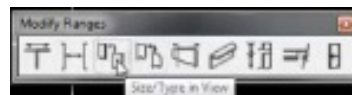


Загружаем созданную трехмерную конструкцию:

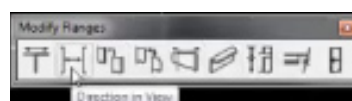


3. Используя панель инструментов Modify Flanges САПР NUPAS-CADMATIC редактировать размеры фланца (увеличить толщину и ширину), созданного на свободной кромке судовой панели, и тип обрезки кромок (изменить прямые кромки на кромки под скос).

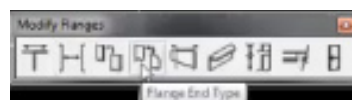
Отредактируем размеры созданного фланца, используя панель инструментов Modify Flanges (Size/Type in View):



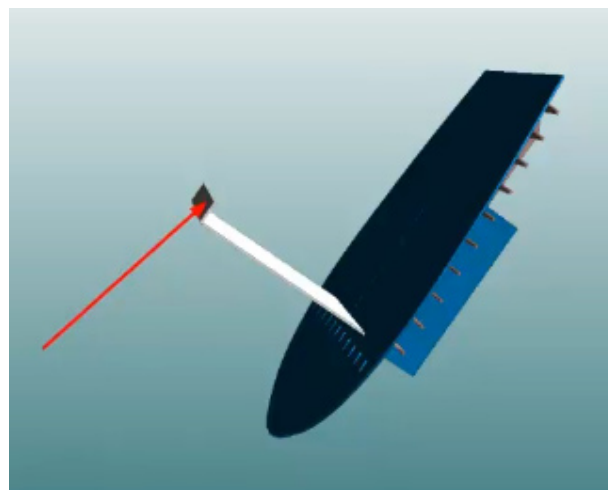
Отогнем созданный фланец в противоположную сторону, используя панель инструментов Modify Flanges:



Изменим тип обрезки кромок, используя панель инструментов Modify Flanges (Flanges end type):

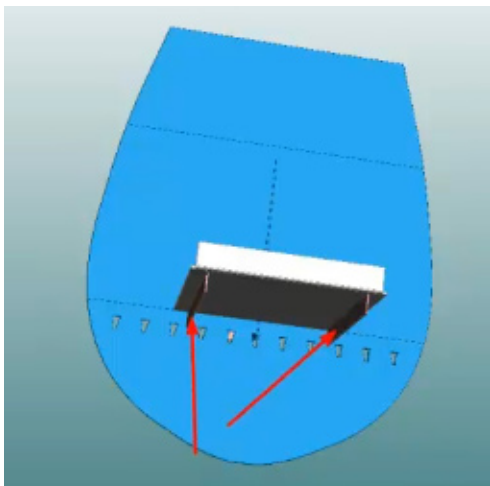


Загружаем отредактированную трехмерную модель конструкции:



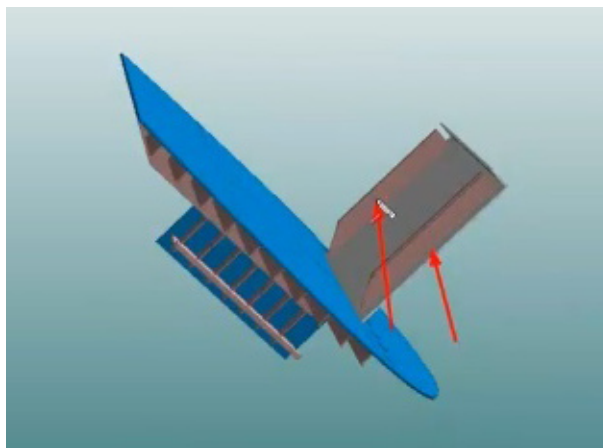
4. Используя панель инструментов Create Profiles САПР NUPAS-CADMATIC установить ребро жесткости в виде плоской полосы на расстоянии 100 мм от свободной кромки судовой панели. Редактировать его размеры и тип, используя панель инструментов Modify Profiles.

Создаем два дополнительных горизонтальных ребра жесткости на судовой панели с фланцем, используя панель инструментов Create Profiles (построения выполняем аналогично лабораторной работе № 2):



Редактируем созданные ребра жесткости, используя панель инструментов Modify Profiles:
1) привариваем ребра жесткости с противополо-

ложной стороны панели; 2) меняем тип поперечного сечения и его размеры; 3) меняем тип обрезки кромок с прямых на кромки под скос. Загружаем измененную трехмерную модель:



Контрольные вопросы

1. Каким образом можно увеличить жесткость свободной кромки судового листа?
2. Что такое фланец?
3. Какие требования выдвигают к фланцам?
4. Чем отличается отогнутый фланец от приварного с точки зрения прочности?
5. Что такое свободная кромка листа?



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 9

«Разработка конструкторской документации на судовую секцию в САПР NUPAS-CADMATIC»

Цель работы: изучить техническую документацию на корпус судна и научиться разрабатывать основные чертежи на судовую секцию, используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC.

Задания:

1. Изучить состав, особенности и требования к конструкторской документации на корпус судна.

2. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC создать рабочие чертежи на панели судовой секции.

3. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC разработать чертежи на судовую секцию (установить размеры секции, общие подписи видов, чертежную рамку).

4. Используя инструменты САПР NUPAS-CADMATIC редактировать полученные чертежи на судовую секцию.

Методические указания к выполнению:

1. В конструкторскую документацию на корпус судна входят: теоретический чертеж, чертеж общего расположения, чертеж мидель-шпангоута, рабочие чертежи, спецификации к чертежам [1, 7, 29] и др.

2. Используя меню САПР NUPAS-CADMATIC, создать рабочие чертежи (контур панели и маркировку) на панели судовой секции: флор, настил второго дна, поперечная переборка.

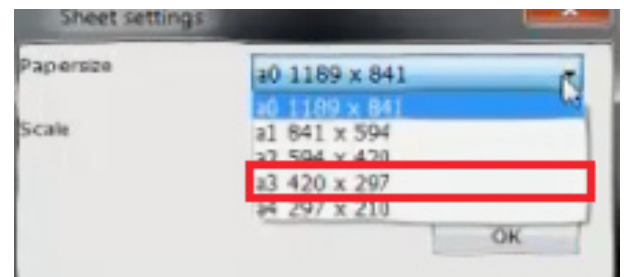
Создаем конструкторский документ (рабочий чертеж):

File→ Sheet Drawing ;

переходим в окно с соответствующими меню, где можно создавать и редактировать чертежи;

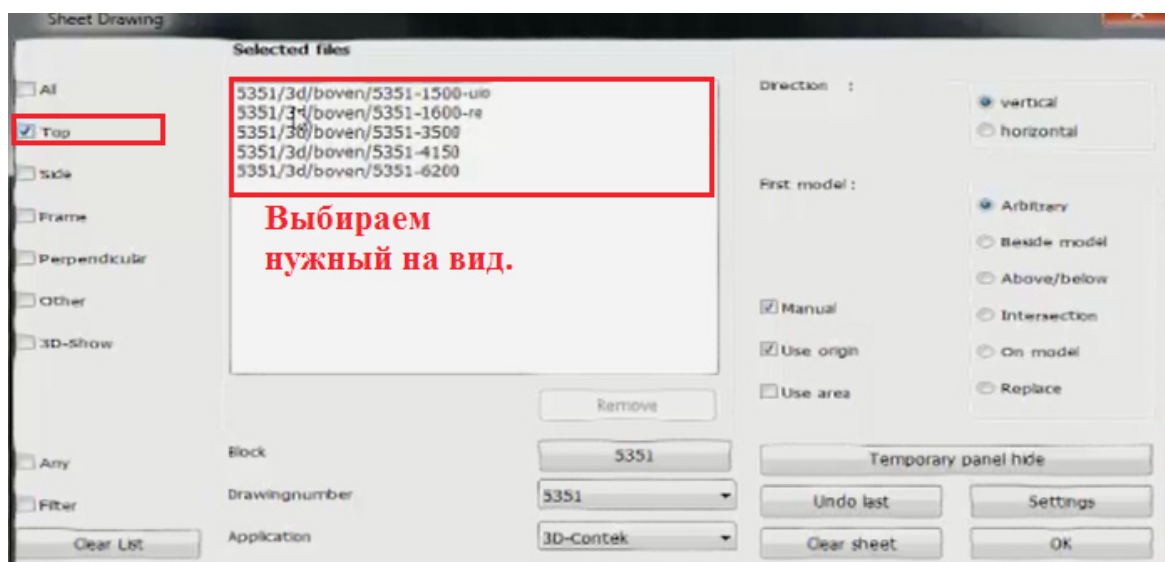
выбираем Create New Sheet  ;

выбираем формат чертежа:

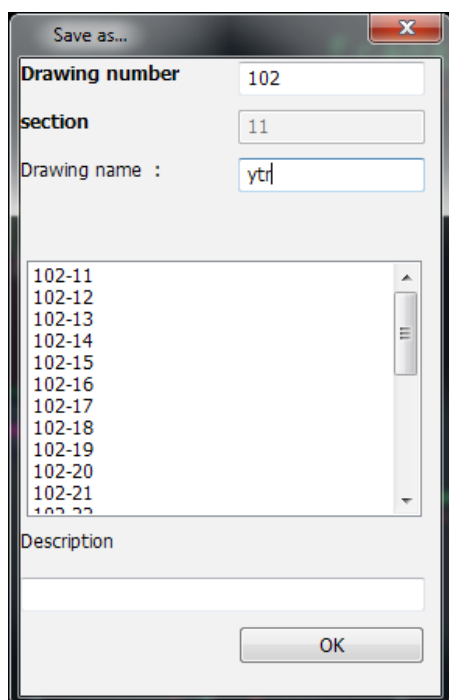


заполняем предоставленную нам чертежную рамку в окне Filltitled;

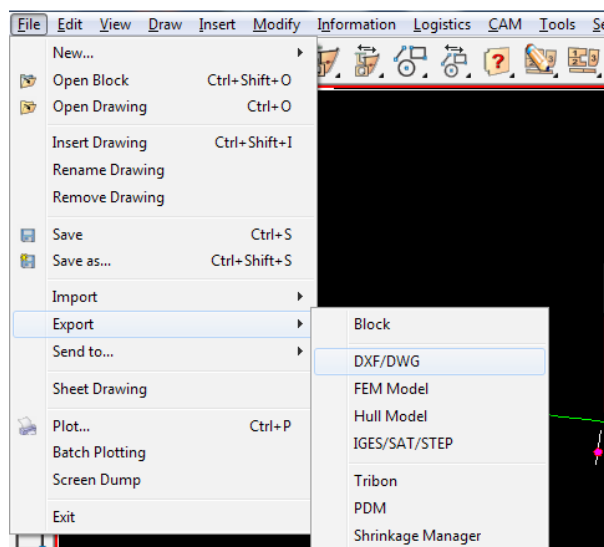
в появившемся окне заполняем чертеж необходимыми видами:



После того как чертеж отредактирован, необходимо его сохранить в базу данных, используя вкладку Files→Save As (назначаем имя чертежа в поле Drawing Name):



Далее созданный чертеж можно экспортировать в DXF-файл:



В появившемся окне выбираем нужный чертеж и нажимаем Export immediately. В результате чертеж, созданный в системе Nupas-Cadmatic, можно открыть с помощью программы AutoCAD, в которой производится дальнейшее редактирование.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные этапы проектирования корпуса судна.
2. Какие чертежи входят в состав конструкторской документации на корпус судна?
3. Что такое судовая секция?
4. Какие требования выдвигают к оформлению чертежей?
5. Что такое рабочий чертеж?





ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем учебном пособии охвачен весь необходимый материал по корпусу судна, требуемый современному инженеру-конструктору, а также другим специалистам в области проектирования судов.

Здесь представлены следующие разделы, дающие комплексное представление о судне как о плавучем инженерном сооружении и способствующие быстрому усвоению теоретических знаний о нем:

- общее устройство судов различного назначения;
- классификация судов;
- конструкция корпуса;
- главные размерения судна;

- устройство основных судовых помещений, конструкция секций и блоков;
- общесудовые устройства;
- основная конструкторская документация;
- международные нормы и правила;
- обслуживание и докование судов;
- нагрузки, действующие на корпус судна.

Разработанный мультимедийный курс обучения основам корабельной инженерии в части корпуса судна, а также мультимедийный лабораторный практикум в среде САПР NUPAS-CAD/MATIC, являющийся частью данного курса, дают возможность получения практических навыков конструирования корпуса судна в современных 3D CAD/CAM системах.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Барабанов, Н. В. Конструкция корпуса морских судов : учебник. В 2 т. Т. 1 / Н. В. Барабанов, Г. П. Турмов. — СПб. : Судостроение, 2002. — 472 с.
- [2] Брошюры Aveva Marine. — Режим доступа: <http://aveva.ru/>.
- [3] Бубнов, А. САПР в судостроении / А. Бубнов // САПР и графика. — М. : Б.М. Молчанов, 2000. — № 5.
- [4] Бугаенко, Б. А. Развитие плавучих буровых сооружений (очерк истории, часть 1) / Б. А. Бугаенко, А. Ф. Галь, С. В. Драган // 36. наук. праць НУК. — Миколаїв : НУК, 2009. — № 4. — С. 155–163.
- [5] Бугаенко, Б. А. Развитие плавучих буровых сооружений (очерк истории, часть 2) / Б. А. Бугаенко, А. Ф. Галь, С. В. Драган // 36. наук. праць НУК. — Миколаїв : НУК, 2009. — № 6 (429). — С. 184–193.
- [6] Голованов, В. С. Применение системы Unigraphics для плазовой подготовки производства / В. С. Голованов, Н. М. Краснов, М. В. Краснов // CADmaster. — 2002. — № 5. — С. 12–17.
- [7] Емельянов, Н. Ф. Устройство, конструкция и элементы теории судна : Учебное пособие / Н. Ф. Емельянов. — Владивосток : ДГТРУ, 2002. — 145 с.
- [8] Жуков, Ю. Д. Мореходные качества корабля : Учебное пособие / Ю. Д. Жуков, В. П. Шестопал. — Николаев : НУК, 2004.
- [9] Жуков Ю. Д. Применение мультимедийных средств обучения при преподавании основ корабельной инженерии / Ю. Д. Жуков, А. Ю. Гайдай, О. А. Кудин, Н. А. Емец, О. Н. Лобанова // Международный журнал об инновациях в судостроении «Судостроение и морская инфраструктура». — № 1(3). — Николаев : НУК, 2015. — С. 32–45.
- [10] Зайцев, В. В. Суда-газовозы / В. В. Зайцев, Ю. Н. Коробанов. — Л. : Судостроение, 1990. — 304 с.
- [11] Захаров, А. С. Особенности проектирования судов с горизонтальной грузообработкой / А. С. Захаров. — Л. : ЛКИ, 1980. — 111 с.
- [12] Кабанова, Н. Н. Применение САПР Aveva Marine в учебном процессе НУК при проектировании контейнеровоза : conference.nuos.edu.ua / Н. Н. Кабанова // Сучасні технології проектування, побудови, експлуатації і ремонту суден, морських технічних засобів і інженерних споруд : Тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. — Миколаїв : НУК, травень 2012. — 3 с.
- [13] Кодекс Торгового Мореплавания Украины. — Вид. неофиц. : Друк 3. Вид. «Ведомости Верховного Совета Украины», 1995. — № 47–52. — С. 349. — Одесса : МП Лайтстар, 1999. — 128 с.
- [14] Кузнецов, А. А. Проектирование корпуса судна и комплекс автоматизации раскроя на платформе Autodesk / А. А. Кузнецов, Ю. И. Платонов, А. С. Рябokonь // Информ.-аналит. журн. «Рациональное управление предприятием». — С-Пб : ESG, 2012. — № 3. — С. 58–63.
- [15] Международная Конвенция о грузовой марке 1966 года. — М. : Транспорт, 1968.
- [16] Международная Конвенция по охране человеческой жизни на море — SOLAS–74/95.
- [17] Международная Конференция по обмеру судов 1969 года. Заключительный Акт, Международная Конвенция по обмеру судов 1969 года и Рекомендации Конференции. — М. : 1970.
- [18] Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования / И. П. Норенков. — М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. — 216 с.
- [19] Правила классификации и постройки морских судов / Российский морской регистр судоходства. — СПб. : РМРС, 2005. — Т. 1.
- [20] Правила классификации, постройки и оборудования плавучих буровых установок (ПБУ) и морских стационарных платформ (МСП) : Российский морской регистр судоходства. — Санкт-Петербург, 2008. — 481 с.
- [21] Симанович, А. М. Конструкция корпуса промышленных судов : учебник / А. М. Симанович, Б. А. Тристанов. — Л. : Судостроение, 1991. — 344 с.
- [22] Системы менеджмента качества. Требования / Международный стандарт: ISO 9001:2008. — Четвертое издание, 15-11-2008. — 25 с.
- [23] Слижевский, Н. Б. Энциклопедия судостроения / Н. Б. Слижевский, Ю. М. Король, В. Ф. Тимошенко. — Николаев : НУК, 2005.
- [24] Чижиумов, С. Д. Примеры конструкции судов : Учебное пособие / С. Д. Чижиумов. — Комсомольск-на-Амуре : ГОУВПО «КНАГТУ», 2007. — 133 с.
- [25] Шмаков, М. Г. Судовые устройства / М. Г. Шмаков — М. : Транспорт, 1977.
- [26] Шостак, В. П. Эффективность техники освоения океана. Направления проектных исследований / В. П. Шостак. — Киев: Наукова думка, 2002. — 320 с.
- [27] International Convention for the prevention of pollution — Marine Pollution (MARPOL–73/78). Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ–73/78).
- [28] Nupas-Cadmatic brochure. — Режим доступа: <http://nupas-cadmatic.com/>.
- [29] Ship Knowledge: A modern Encyclopedia. — Dokmar, 2003. — 341 p.