

ISBN 978-5-6049714-1-3



9 785604 971413

О.А. Иванова
А.В. Родькина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ



Учебное пособие

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

О.А. Иванова
А.В. Родькина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Учебное пособие

Ульяновск
ЗЕБРА
2023

УДК 629.5.01(075)

ББК 39.42–01я73

И21

Рецензенты:

Е.М. Грамузов – д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

В.А. Доровской – д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры Электрооборудования судов и автоматизации производства ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет»

Иванова, О.А.

И21 **Проектирование судов различного назначения:** учебное пособие / О. А. Иванова, А. В. Родькина. – Ульяновск: Зебра, 2023. – 120 с.: ил.

Учебное пособие предназначено для оказания методической помощи обучающимся по специальности 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники» при выполнении практических работ и организации самостоятельной работы студентов по дисциплине «Проектирование судов (кораблей) различного назначения».

Учебное пособие рассмотрено и утверждено на заседании кафедры «Океанотехника и кораблестроение», протокол № 8 от 27.03.2023.

Учебное пособие рассмотрено и рекомендовано к печати в качестве учебного пособия к выполнению практических работ по дисциплине «Проектирование судов (кораблей) различного назначения» обучающимися по специальности 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники» на заседании ученого совета Морского института, протокол № 3 от 31.03.2023.

Пособие может быть использовано для самостоятельной работы обучающихся по направлениям подготовки 26.03.02 и 26.04.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры».

ISBN 978-5-6049714-1-3

© Иванова О.А., Родькина А.В., 2023

© Оформление. Издательство «Зебра», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Содержание дисциплины	5
1 Работа с технической документацией: морские суда различного назначения.....	11
2 Определение водоизмещения судна по двухкомпонентной формуле мощности.....	21
3 Остойчивость судов, перевозящих сыпучие грузы (перевозка зерна)	27
4 Расчет остойчивости судов с палубным грузом (лесовоз)	36
5 Расчет остойчивости судов, перевозящих палубный груз (контейнеровоз).....	46
6 Расчет главных размерений барж (лихтеров) для лихтеровоза, размещение их на судне. Требования к диаграмме статической остойчивости.....	52
7 Влияние свободной поверхности жидкого груза на начальную остойчивость судна	56
8 Регистровая вместимость судна	64
9 Постановка задачи на курсовую работу. ознакомление	73
10 Определение осадки, крена, дифферента, размеров горизонтального киля, привального бруса, кранцевой защиты	90
11 Определение установочных размеров марок углублений на миделе и в оконечностях.....	94
12 Разработка чертежа марок углубления	97
13 Разработка спецификации для определения количества единиц и массы материала для изготовления цифр. определение массы наплавленного металла	107
Вопросы для промежуточной аттестации	111
Рекомендованная литература.....	113
Библиографический список	118

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем учебном пособии студентам предлагается применять на практике знания, полученные на лекциях и практических занятиях, при самостоятельной проработке материала, научиться грамотно работать с нормативной и проектной документацией, литературными источниками. Данное учебно-методическое пособие позволяет приобрести навыки практических расчетов, применяемые при выпуске технической документации в проектных организациях при проектировании судов и морских плавучих сооружений.

Такой комплексный подход к проектированию и постройке судов и морских плавучих сооружений позволит закрепить теоретические и практические знания при освоении настоящего курса.

В задании на выполнение курсовой работы сформулированы основные данные технического задания, приведены основные технические характеристики плавкранов для выполнения курсовой работы, а именно:

- длина;
- ширина;
- осадка;
- максимальная грузоподъемность.

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Проектирование судов (кораблей) различного назначения» является подготовка инженера кораблестроителя, формирование научного понимания процесса создания проекта судна. Проектант должен уметь выбрать определенные методы исследования, которые наиболее полно подходили бы к решению поставленной задачи, и на основе проведенных исследований выявить наиболее полно удовлетворяющие параметры судна. В курс «Проектирование судов (кораблей) различного назначения» входят практические занятия, на которых студент применяет полученные на лекциях знания.

Задачи дисциплины:

- изучить и привить навыки работы с нормативными документами, актами, проектной документацией и литературными источниками;
- освоить современные методы проектирования;
- приобрести навыки работы в прикладных графических программах, которые наиболее полно подходили бы к решению задач проектирования при выборе параметров судна.

Планируемые результаты обучения по дисциплине студентами специальности 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники» регламентированы основной образовательной программой высшего образования по специальности 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники» (специализация: Проектирование и постройка судов и объектов океанотехники), утвержденной ректором ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» 28.05.2021 г. в части профессиональной компетенции ПК-1 – Способен создавать проекты, проектно-конструкторскую документацию судов и объектов океанотехники с учетом эксплуатационных, эргономических, технологических и других требований, применяя методы проектирования и модернизации общесудовых систем, устройств и оборудования с выполнением оптимизационных расчетов и оценкой прочности и надежности судовых конструкций, систем, устройств, оборудования на стадиях проектирования и эксплуатации.

И профессиональным стандартом «Специалист по проектированию и конструированию в судостроении» (ПС 30.001) в части обобщенной трудовой функции С – «Разработка и модернизация проектов, техническое сопровождение производства судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей», а именно – трудовых функций «С/02.6 Разработка эскизных, технических

проектов судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей» (ТФ С/02.6) и «Анализ и оценка работы судов, плавучих сооружений, аппаратов и их составных частей в процессе эксплуатации» (ТФ С/05.6).

Владеть:

- ПС 30.001: ТФ С/02.6 Разработка и анализ вариантов технических решений
- ПС 30.001: ТФ С/02.6 Разработка технических проектов, рабочей конструкторской документации в соответствии с техническим заданием, документами стандартизации и требованиями технологичности изготовления и сборки
- ПС 30.001: ТФ С/02.6 Разработка эскизных и технических проектов в соответствии с техническим заданием на разработку составных частей, конструкций судов и плавучих сооружений и аппаратов
- ПС 30.001: ТФ С/05.6 Анализ эксплуатационно-технических характеристик
- ПС 30.001: ТФ С/05.6 Обеспечение проектного обоснования надежности судов, плавучих сооружений и аппаратов и их составных частей
- ПС 30.001: ТФ С/05.6 Разработка заключений и рекомендаций по совершенствованию проектов судов, плавучих сооружений и аппаратов и их составных частей
- Владеть навыками самостоятельной работы с научно-технической и справочной литературой, проектной и эксплуатационной документацией
- Владеть методикой определения водоизмещения, главных размеров и выбора формы корпуса надводного корабля

Уметь:

- Выполнять проектно-конструкторские работы с соблюдением требований стандартизации
- Выполнять компьютерное моделирование, расчеты с использованием программных средств общего и специального назначения
- Использовать передовой инженерный опыт при создании проектов новых образцов техники
- Анализировать опыт разработки и эксплуатации аналогичных изделий судостроения
- Разрабатывать предложения по совершенствованию составных частей судов и плавучих сооружений и аппаратов
- Формулировать выводы и заключения, выбирать методики анализа данных, соответствующие поставленным целям

- Анализировать и обобщать показатели эксплуатационно-технических характеристик для оценки работоспособности и качества изделий
- Анализировать современные цифровые технологии, рекомендуемые для использования в судостроении, и внедрять наиболее перспективные
- Уметь читать и разрабатывать конструкторскую документацию кораблестроения

Знать:

- Назначение и принцип действия разрабатываемой конструкции; технические требования, предъявляемые к ней
- Основы проектирования, конструирования и производства судов и их составных частей
- Техническое задание на проектирование судов, плавучих сооружений и аппаратов, техническое задание на проектирование их составных частей
- Методики анализа и обобщения эксплуатационных данных
- Техническое задание на суда, плавучие сооружения, техническое задание на их составные части
- Технические регламенты, межгосударственные, национальные, отраслевые стандарты в области проектирования и конструирования составных частей судов, плавучих сооружений, аппаратов
- Знать особенности архитектурно-конструктивного облика судов (кораблей) различного назначения
- Знать особенности проектирования надводных кораблей различных классов и методы определения их проектных характеристик

Структура дисциплины

ТЕМА 1 ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ, ТРАНСПОРТНЫХ И СЛУЖЕБНО-ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СУДОВ.

Лекционное занятие (2 часа): Грузовые суда. Транспортные морские и речные суда различного назначения, их классификация. Грузы, тара и грузовые операции на судах. Выбор архитектурно-конструктивного типа судна. Определение основных характеристик наливных, универсальных и многоцелевых сухогрузных судов, судов для перевозки массовых и укрупненных унифицированных грузов, пассажирских судов и паромов.

Практическое занятие (2 часа): Работа с технической документацией: Морские суда различного назначения.

Практическое занятие (2 часа): Определение водоизмещения проектируемого судна.

Лекционное занятие (2 часа): Рыбопромысловый флот. Промысловые суда, их классификация. Специальное технологическое оборудование и операции на промысловых судах. Архитектура судов. Определение основных характеристик промысловых судов.

Практическое занятие (2 часа): Остойчивость судов, перевозящих сыпучие грузы (перевозка зерна).

Практическое занятие (4 часа): Расчет остойчивости судов с палубным грузом (лесовоз).

Лекционное занятие (2 часа): Служебно-вспомогательный и технический флот. Служебно-вспомогательные суда и суда технического флота, их классификация. Выбор архитектурно-конструктивного типа судна. Определение основных характеристик служебно-вспомогательных судов и судов технического флота.

Практическое занятие (4 часа): Расчет остойчивости судов, перевозящих палубный груз (контейнеровоз).

Практическое занятие (4 часа): Расчет главных размерений барж (лихтеров) для лихтеровоза. Размещение их на судне. Требования к диаграмме статической остойчивости.

Практическое занятие (2 часа): Влияние свободной поверхности жидкого груза на начальную остойчивость.

ТЕМА 2 ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОРАБЛЕЙ И ПОДВОДНЫХ ЛОДОК.

Лекционное занятие (4 часа): Боевые надводные корабли. Корабельная авиация, оружие, радиоэлектронное вооружение. Энергетические установки надводных кораблей. Проектирование авианесущих, ракетно-артиллерийских, противолодочных, десантных, минно-тральных кораблей и боевых катеров.

Лекционное занятие (4 часа): Организация и методы проектирования подводных лодок. Виды водоизмещения, основные положения и глубины погружения подводной лодки. Мореходные качества подводных лодок. Архитектура подводной лодки. Определение главных размерений и теоретический чертеж.

ТЕМА 3 РЕГИСТРОВАЯ ВМЕСТИМОСТЬ СУДНА.

Лекционное занятие (6 часов): Обмер судов. Валовая вместимость судна. Чистая вместимость судна.

Практическое занятие (4 часа): Определение главных размерений судна в соответствии с требованиями Правил РС и объемов расчетных пространств судна.

Практическое занятие (4 часа): Определение объемов всех закрытых пространств судна. Расчет валовой вместимости судна.

Практическое занятие (4 часа): Определение объемов грузовых пространств. Расчет чистой вместимости судна.

ТЕМА 4 МОРСКИЕ ПЛАВУЧИЕ КРАНЫ.

Лекционное занятие (4 часа): История и особенности проектирования морских плавучих кранов.

Практическое занятие (2 часа): Постановка задачи на курсовую работу. Ознакомление и работа с нормативной документацией.

Практическое занятие (4 часа): Определение осадки, крена, дифферента, размеров (горизонтального кия, привального бруса и размеров (толщины горизонтального кия), кранцевой защиты.

Практическое занятие (4 часа): Определение установочных размеров марок углублений на миделе и в оконечностях: определение размера нанесения марок углубления от основной линии до нижней кромки горизонтального или брускового кия; определение линии носового и кормового перпендикуляров (т.е. контрольные линии кромки форштевня и ахтерштевня); определение координаты расположения марок углубления по длине судна и высоте.

Практическое занятие (4 часа): Разработка чертежа марок углубления.

Практическое занятие (4 часа): Проработка узлов нанесения марок углубления относительно контрольных линий (чертеж).

Практическое занятие (2 часа): Разработка спецификации для определения количества единиц и массы материала для изготовления цифр. Определение массы наплавленного металла.

Практическое занятие (2 часа): Защита курсовой работы.

ТЕМА 5 ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОСВОЕНИЯ ОКЕАНА И СУДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.

Лекционное занятие (2 часа): Технические средства освоения океана. Морские буровые установки: назначение и классификация. Самоподъемные плавучие буровые установки (СПБУ). Полупогружные плавучие буровые установки (ППБУ). Морские стационарные платформы (МСП).

Лекционное занятие (4 часа): Системы позиционирования буровых платформ и морских судов.

Лекционное занятие (2 часа): Суда типа «X – bow». Особенности обводов. Особенности проектирования.

Лекционное занятие (4 часа): Плавучие дата-центры. Дата-центр, история развития. Классификация дата-центров. Плавучий центр обработки данных Nautilus.

1 РАБОТА С ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИЕЙ: МОРСКИЕ СУДА РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Цель практического занятия:

- дать представление об основных приемах выбора класса Регистра судна;
- привить практические навыки пользования специальной литературой.

Теоретическая часть

1. Классификация судов по Правилам Морского Регистра Судоходства.

Символы класса судна.

1.1 Что такое класс судна?

Класс судна – это разряд, к которому относится конкретное судно, согласно Правил классификации и постройки того или иного классификационного общества. Класс присваивается (или возобновляется) на определенный срок с выдачей классификационного свидетельства, в котором, удостоверяется, что судно отвечает требованиям, предъявляемым. К его прочности и мореходности.

В стране юридическим органом технического надзора и классификации гражданских морских судов и плавучих сооружений является Регистр.

Класс судна записывается в виде символа и различных дополнительных знаков.

1.2 Как классифицируют суда по Правилам Регистра?

В соответствии с Правилами Регистра все суда классифицируют по следующим признакам:

по назначению – *транспортные* (пассажирские, грузовые, грузопассажирские), *промысловые* (рыбодобывающие, рыбоперерабатывающие), *научно-исследовательские* (экспедиционные, гидрографические), учебные и спортивные, специальные (лоцманские, плавучие маяки, водолазные, пожарные) судоремонтные (плавучие мастерские, подъемные краны, доки), служебные (ледоколы, буксиры, толкачи, разъездные), спасательные (базы, боты, понтоны, буксиры), технические (грунтово­зы, дноуглубители):

по району плавания – морские (дальнего, неограниченного, прибрежного) и рейдовые; внутреннего плавания (речные, озерные); смешанного плавания (река – море);

по способу движения – самоходные и несамоходные;

по типу главного двигателя – теплоходы (двигатель внутреннего сгорания), пароходы (паровая турбоходы, паровая турбина), газотурбоходы (газовая турбина), дизель электроходы (электрические установки, получающие

энергию от двигателя внутреннего сгорания), электроходы (электрические установки, получающие энергию от турбины), атомоходы (атомная энергетическая установка);

по способу движения – водоизмещающие, подводные, глиссирующие, на подводных крыльях, на воздушной подушке;

по типу движителя – винтовые, с крыльчатой, водометным или роторным движителем, парусные;

по материалу корпуса – стальные, из легких сплавов, пластмассовые, деревянные, железобетонные, композитные;

по архитектурно-конструктивному типу, – одно и двухкорпусные, одно- и многопалубные, с средним и промежуточным расположением машинного отделения;

по количеству гребных валов – одновальные, двухвальные и т. д.

1.3 Что представляет собой символ класса судна?

Основной символ класса судна состоит из знака звездочки, вписанной в окружность, и проставленных перед ней букв: КМ – для самоходного и КЕ – для несамоходного судна и плавучих сооружений с суммарной мощностью первичных двигателей 100 кВт и более, К – для прочих несамоходных судов и плавучих сооружений.

КМ⊗, КМ★, (КМ)★ – для самоходных судов и плавучих сооружений;

КЕ⊗, КЕ★, (КЕ)★ – для несамоходных судов и плавучих сооружений с суммарной мощностью первичных двигателей 10,0 кВт и более;

К⊗, К★, (К)★ – для прочих несамоходных судов и плавучих сооружений.

В зависимости от того, по каким правилам и каким классификационным обществом освидетельствовано судно или плавучее сооружение, основной символ класса устанавливается следующим образом:

– судам и плавучим сооружениям, построенным по правилам и освидетельствованным Регистром, присваивается класс с основным символом: КМ⊗, КЕ⊗, К⊗;

– судам и плавучим сооружениям, построенным по правилам ИКО – члена МАКО и освидетельствованным этим обществом при постройке, при их классификации Регистром присваивается класс с основным символом: КМ★, КЕ★, К★;

– судам и плавучим сооружениям, которые полностью (либо их корпус, или механическая установка, или механизмы, или оборудование) построены и/или изготовлены без освидетельствования ИКО – членом МАКО или вообще без освидетельствования классификационным обществом, при их

классификации Регистром присваивается класс с основным символом: (KM)★, (KE)★, (K)★.

Дополнительные знаки отражают: категорию ледовых усилений:

Если самоходное судно ледового плавания отвечает соответствующим требованиям Правил, к основному символу класса добавляется один из следующих знаков категорий ледовых усилений: Ice1, Ice2, Ice3, Agc4, Agc5, Agc6, Agc7, Agc8, Agc9. К основному символу класса несамоходного судна знак категории ледовых усилений не добавляется;

Категории Ice1, Ice2, Ice3, образующие группу неарктических категорий, распространяются на суда, предназначенные только для плавания в замерзающих неарктических морях (неарктические суда).

Категории Agc4, Agc5, Agc6, Agc7, Agc8, Agc9, образующие группу арктических категорий, распространяются на суда, предназначенные для плавания в арктических морях (арктические суда).

Если ледокол отвечает соответствующим требованиям Правил, к основному символу класса добавляется один из следующих знаков категорий ледовых усилений: Icebreaker 6, Icebreaker 7, Icebreaker 8, Icebreaker 9. Ледоколы указанных категорий имеют следующие ориентировочные эксплуатационные характеристики: Icebreaker 6 – выполнение ледокольных операций в портовых и припортовых акваториях, а также в замерзающих неарктических морях при толщине льда до 1,5 м. Способен продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле толщиной до 1,0 м; Icebreaker 7 – выполнение ледокольных операций: на прибрежных трассах арктических морей в зимне-весеннюю навигацию при толщине льда до 2,0 м и в летне-осеннюю навигацию при толщине льда до 2,5 м; в неарктических замерзающих морях и в устьевых участках рек, впадающих в арктические моря, – при толщине льда до 2,0 м. Способен продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле толщиной до 1,5 м. Суммарная мощность на гребных валах – не менее 1,1 МВт; Icebreaker 8 – выполнение ледокольных операций: на прибрежных трассах арктических морей в зимне-весеннюю навигацию при толщине льда до 3,0 м и в летне-осеннюю навигацию – без ограничений. Способен продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле толщиной до 2,0 м. Суммарная мощность на гребных валах – не менее 2,2 МВт; Icebreaker 9 – выполнение ледокольных операций: в арктических морях в зимне-весеннюю осеннюю навигацию – без ограничений. Способен продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле толщиной до 2,0 м. Суммарная мощность на гребных валах – не менее 2,2 МВт; Icebreaker 9 – выполнение ледокольных операций: в арктических морях в зимне-весеннюю осеннюю навигацию – без ограничений. Способен продвигаться непрерывным ходом в сплошном ледяном поле

толщиной более 2,0 м. Суммарная мощность на гребных валах – не менее 4–8 МВт в летнюю навигацию при толщине льда до 4,0 м.

Степень обеспечения непотопляемости – заключенные в квадрат цифры 1, 2 и 3; повышенную противопожарную защиту – F; ограничения по району плавания – I, II, ПСП и III; знак автоматизации судовой энергетической установки (СЭУ) – A1, A2 или A3; назначение судна – слова «буксир», «танкер» и т. д., если судно нефтеналивное, то к символу о его назначении добавляется значение (цифра температуры вспышки перевозимого нефтепродукта); оборудование судна атомной энергетической установкой – знаком атома (атомное ядро в центре двух пересекающихся электронных орбит).

4. Что показывает знак степени обеспечения непотопляемости?

Если корпус судна разделен на отсеки, то к основному символу класса судна добавляют один из знаков 1, 2, 3, (цифра заключена в прямоугольник). Эта цифра показывает число отсеков, при затоплении которых судно должно остаться на плаву и в состоянии равновесия; знаки 2 и 3 показывают число смежных отсеков, при затоплении которых судно должно оставаться на плаву.

5. Что показывает знак ограничения района плавания?

Если судно предназначено для плавания в ограниченном районе или для смешанного плавания, то к основному символу класса добавляют следующие знаки: R₁ – разрешается плавание в открытом районе моря с удалением от мест убежища до 200 миль, а также плавание в закрытых морях;

R₂ – плавание в открытых морях с удалением от мест убежищ до 50 миль, а плавание в закрытых морях – в границах, установленных Регистром в каждом отдельном случае; R₂-RSN – плавание на внутренних водных путях, а также морских районах на волнении не более 6 баллов с удалением от мест убежищ в открытых морях до 50 миль, в закрытых – до 100 миль; R₃ – прибрежное, рейдовое и портовое плавание. Для судов неограниченного района плавания к символу класса знак района плавания не добавляется.

6. Какие знаки в символе класса судна учитывают степень его автоматизации?

По степени автоматизации различают такие суда:

- неавтоматизированные или частично автоматизированные с местным постом управления СЭУ и постоянной вахтой в машинном отделении (МО);
- автоматизированные с дистанционным автоматическим управлением (ДАУ), постоянной вахтой в центральном посту управления (ЦПУ) и периодическим обслуживанием в МО (степень автоматизации AUT2); автоматизированные с ДАУ, без постоянной вахты в ЦПУ и МО и с периодическим обслуживанием (степень автоматизации AUT1). Предусмотрена также степень автоматизации AUT3 на судах с мощностью СЭУ до 1500 кВт,

объем автоматизации, которых сокращен, но возможна эксплуатация СЭУ без вахты в МО. На таких судах отсутствует или существует в неполном объеме ЦПУ, судовая электростанция упрощена за счет использования генераторов с приводом от главного двигателя (ГД) или от валопровода.

7. Новая символика классификации судов в Правилах РС

Главная особенность данного издания Правил – это использование при обозначении всех классификационных символов Регистра букв латинского алфавита («латиницы») вместо применявшейся ранее «кириллицы». При этом буквенные обозначения основного символа класса судна **КМ**, **КЕ** и **К** остались без изменения.

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
КМ	КМ
КЕ	КЕ
К	К

Дополнительные знаки, добавляемые к основному символу класса, изменены следующим образом:

Знаки категории ледовых усилений:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
ЛЛ9	Icebreaker 9
ЛЛ8	Icebreaker 8
ЛЛ7	Icebreaker 7
ЛЛ6	Icebreaker 6
ЛУ9	Arc 9
ЛУ8	Arc 8
ЛУ7	Arc 7
ЛУ6	Arc 6
ЛУ5	Arc 5
ЛУ4	Arc 4
ЛУ3	Ice 3
ЛУ2	Ice 2
ЛУ1	Ice 1

Примечание. Первые четыре категории – ледоколы (**Icebreaker 6 – 9**), вторые шесть категорий – арктические суда (**Arc 4 – 9**), последние три категории – неарктические суда (**Ice 1 – 3**).

Знаки ограничения района плавания:

Римские цифры заменены на арабские с применением перед ними буквы **R** (сокращение выражения «**restricted area**»), а именно:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
I	R1
II	R2
II СП	R2-RSN
III СП	R3-RSN
III	R3
стоечное	berth-connected ship

Примечание. **RSN** – сокращение выражения «**river-sea navigation**».

Знаки автоматизации:

AUT – сокращение слова «**automation**»; **C** – сокращение слова «**computer**»;

ICS – сокращение слов «**integrated computer system**».

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
A1	AUT1
A2	AUT2
A3	AUT3
A1K	AUT1-C
A2K	AUT2-C
A3K	AUT3-C
A1И	AUT1-ICS
A2И	AUT2-ICS
A3И	AUT3-ICS

Знак управления одним вахтенным на мостике:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
ОВНМ	OMBO

Примечание. **OMBO** – сокращение выражения «**one man bridge operation**».

Знаки противопожарной защиты:

Если на судне имеются дополнительные системы, оборудование и снабжение для борьбы с пожарами на других судах, буровых установках, плавучих и береговых сооружениях, и судно в отношении этих средств полностью отвечает соответствующим требованиям настоящих Правил, то к основному символу класса добавляется знак **FF** и **WS** в зависимости от степени оснащённости судна этими средствами

Примечание: **FF** – сокращение выражения «**fire fighting**»,

WS – сокращение выражения «**water-screen system**».

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
П1	FF1
П2	FF2
П1В	FF1WS
П2В	FF2WS
П3В	FF3WS

Знаки системы динамического позиционирования:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
ДИНПОЗ-1	DYNPOS-1
ДИНПОЗ-2	DYNPOS-2
ДИНПОЗ-3	DYNPOS-3

Знак наличия главной гребной электрической установки:

ЕРР – сокращение выражения «electrical propulsion plant».

Примечание. Данный знак вводится впервые.

Знак освидетельствования судов по расширенной программе:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
(ОРП)	(ESP)
(ОПП)	(EPP)

ЕРР – знак наличия на судне главной гребной электрической установки, которая приводит во вращение с помощью электродвигателя гребной винт. Такие установки используются на судах большой мощности, например, на крупнотоннажных газовозах, ледоколах, судах специального назначения – снабженцах, спасателях

Знак судна, предназначенного для перевозки охлажденных грузов:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
РЕФ	REF
(РЕФ)	(REF)

Словесная характеристика в символе класса судна:

Словесная характеристика пишется на английском языке, а именно:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
буксир	Tug
грунтоотвозное	Hopper
земснаряд	Dredger
катамаран	Catamaran
контейнеровоз	Container ship
крановое	Crane vessel
лесовоз	Timber carrier
навалочное	Bulk carrier
накатное	Ro-ro ship
наливное	Tanker
наливное (вода)	Tanker (water)
наливное (масло растительное)	Tanker (oil)
наливное (вино)	Tanker (wine)
наливное (рыбий жир)	Tanker (cod-liver oil)
наплавное	Docklift ship
нефтеналивное	Oil tanker
нефтесборное	Oil recovery ship
нефтенавалочное	Oil/bulk carrier
нефтерудонавалочное	Oil/bulk/ore carrier
пассажирское	Passenger ship
пассажирское накатное	Ro-ro passenger ship
плавдок	Floating dock
плавкран	Floating crane
понтон	Pontoon
рудовоз	Ore carrier
рыболовное	Fishing vessel
сборщик льяльных вод	Bilge water removing ship
спасатель	Salvage ship
специального назначения	Special purpose ship
дежурное судно	Standby vessel
судно обеспечения	Supple vessel
судовая баржа	Shipborne barge

и так далее.

Знаки классифицируемой холодильной установки судна:

Основной символ класса:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила
X	REF

Примечание. **REF** – сокращение слова «refrigerating».

Знаки технического наблюдения остаются без изменения

Дополнительные знаки:

Правила издания 2005 г.	Настоящие Правила	Что означает знак
+	PRECOOLING	Предварительное охлаждение груза
P	QUICK FREEZING	Способность к охлаждению или замораживанию продуктов промысла
H	LG	Поддержание требуемого режима перевозки сжиженных газов наливом на газовозе
G	CA	Наличие системы регулирования состава газовой среды в охлаждаемых помещениях и/или в термоизолированных контейнерах
K	CONTAINERS	Охлаждение груза, перевозимого в термоизолированных контейнерах

Примечание. **LG** – сокращение слов «**liquefied gas**»;

CA – сокращение слов «**controlled atmosphere**».

Примеры новых символов класса холодильных установок различных типов и назначений:

REF ⚙ PRECOOLING REF

⚙ QUICK

FREEZING REF ⚙

REF ⚙ CA; REF ⚙ PRECOOLING CA

REF ⚙ CONTAINERS; REF ⚙ CONTAINERS CA

ЗАДАНИЕ

Расшифруйте символику класса судов различных типов и назначений:

KM ⚙ Icebreaker7 2 AUT2 EPP

KM ⚙ Arc4 1 AUT1-ICS OMBO Oil tanker (> 60 °C) (ESP)

KE H Berth-connected ship Floating hotel

K H R3 Floating crane

KM ☼ Ice3 R2-RSN AUT3 Timber carrier
KM ☼ Arc6 ☐1 AUT1 FF1WS Salvage ship
KM ☼ Arc4 ☐1 R1 AUT1, FF3WS, Escort Tug Salvage ship
KM ☼ Ice2 ☐2 R1 AUT1 FF3WS Tug
KM ☼ Arc4 ☐1 AUT1, FF1WS, DYNPOS-1 Standby vessel, Supply vessel
KM ☼ Ice2 R1 ☐2 AUT2 EPP
KM ★ Ice 2 R1 ☐2 AUT2 EPP

Контрольные вопросы:

1. Что такое класс судна?
2. Как классифицируют суда по Правилам Регистра?
3. Что показывает знак степени обеспечения непотопляемости?
4. Что показывает знак ограничения района плавания

2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ СУДНА ПО ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ ФОРМУЛЕ МОЩНОСТИ

Цель практического занятия:

- дать представление об основных приемах расчетов водоизмещения.
- привить практические навыки определения водоизмещения проектируемого судна.

Теоретическая часть

При неизменности размерений и формы судна увеличение его скорости осложняется из-за наличия так называемой критической скорости, которая является практически предельной. Для повышения скорости приходится изменять форму и размерения даже при постоянном водоизмещении, т.е. влиять на такие характеристики, как относительная длина l и коэффициент общей полноты δ , а через них и на коэффициент сопротивления ξ .

Общее выражение для формулы (двухкомпонентной), определяющей мощность энергетической установки N при данном водоизмещении Δ и данной расчетной скорости ν , с измененными показателями степени m и n при Δ и ν . Показатель степени n зависит от назначаемых величин l и δ . В случае необходимости осуществления больших скоростей и ограниченных возможностей по уменьшению δ и увеличению l приходится принимать более высокую степень n . Показатели степени подбирались таким образом, чтобы стабилизировать значение коэффициента C_{mn} :

$$N = \frac{\Delta^m \cdot \nu^n}{C_{mn}}$$

В.В. Давыдов, используя информацию по 20 судам объемным водоизмещением от 2100 до 5800 м³ и скоростью от 9,8 до 23,5 уз, получил формулу мощности (по способу наименьших квадратов):

$$N = \frac{\Delta^{0,468} \cdot \nu^{3,40}}{C_{mn}}$$

Чтобы сделать более удобным расчет по ней, автор несколько изменил значения m и n и привел ее к виду:

$$N = \frac{\Delta^{0,5} \cdot \nu^{3,25}}{C_{mn}}$$

где N – в киловаттах; Δ – в тоннах; ν – в узлах; $C_{mn} = 150 \pm 10$.

Кроме указанных формул известна формула того же типа, предложенная Энсли:

$$N = \frac{\Delta^{0,5} \cdot \nu^{3,0}}{C_{mn}}$$

Формула адмиралтейских коэффициентов, или адмиралтейская имеет вид:

$$N = \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} \cdot \nu^{3,0}}{C_a}$$

где N – мощность ЭУ в киловаттах (кВт);

Δ – водоизмещение в тоннах (т); ν – скорость судна в узлах (уз);

C_a – адмиралтейский коэффициент.

Основная причина изменения C_a – изменение величин ξ и l . Коэффициент сопротивления ξ зависит от скорости судна, формы и размеров погруженной части корпуса, а также от величины l .

Формула мощности В.И. Афанасьева приведена к виду:

$$N = \frac{\Delta^{\frac{5}{9}} \cdot \nu^{\frac{10}{3}}}{C_{mn}}$$

Из выше изложенных формул для большой группы транспортных судов, наиболее точные результаты дает формула мощности В.В. Ашика, вида:

$$N = \frac{\Delta^{0,5} \cdot \nu^{2,5}}{C_{mn}}$$

где N – мощность ЭУ в киловаттах (кВт);

Δ – водоизмещение в тоннах (т); ν – скорость судна в узлах (уз);

$C_{mn} = 27,2 \pm 2,7$ – адмиралтейский коэффициент, при скорости судна заданной в узлах;

$C_{mn} = 5,17 \pm 0,54$ – при скорости судна в метрах в секунду.

Задача определения основных элементов судна или другого инженерного сооружения может быть решена дифференциальным способом.

Дифференциальное уравнение масс позволяет определить приращение водоизмещения судна $d\Delta$ в зависимости от изменения ряда переменных

величин. Использование этого уравнения возможно только при наличии близкого прототипа, поскольку считается, что получить достаточно точные результаты, если разница в водоизмещении проектируемого судна и прототипа составляет не более 20 %. Все дифференциальные способы основаны на разложении непрерывной функции многих переменных в ряд Тейлора. Задача состоит в том, чтобы найти значение функции при некоторых новых значениях переменной.

$$x_1 = x_0 + \Delta x;$$

$$y_1 = y_0 + \Delta y;$$

$$\dots\dots\dots$$

$$k_1 = k_0 + \Delta k,$$

где $\Delta x, \Delta y, \Delta k$ – конечные приращения аргументов.

При этом задана функция

$$f(x, y, z, \dots, k)$$

Значение которой f_0 известно при определенных значениях аргумента – $x_0, y_0, \dots, k_0$.

Очевидно, что новое значение функции f , можно записать как

$$f_1 = f_0 + \Delta f$$

Переходя к водоизмещению судна, можно записать

$$\Delta = \Delta_0 + d\Delta,$$

где Δ – водоизмещение проектируемого судна т;

Δ_0 – водоизмещение судна – прототипа т;

$d\Delta$ – приращение по водоизмещению т.

Если считать, что приращения аргументов невелики, то без существенного ущерба для точности можно пренебречь производными высших порядков, а также произведениями таких приращений, тогда формула для расчета искомого приращения будет иметь вид:

$$d\Delta = \eta_H \cdot \left(\frac{3 \cdot (P_{M0} + P_{T0})}{\nu_{s0}} \cdot d\nu_s + \frac{P_{T0}}{\tau_0} \cdot d\tau_0 + dP_0 \right),$$

где η_H – коэффициент Нормана

P_0 – независимые массы судна-прототипа, т;

P_{T0} – масса топлива судна-прототипа, т;

ν_{s0} – скорость хода судна-прототипа, уз;

τ_0 – автономность по топливу судна-прототипа, сут;

$d\nu_s$ – приращение по скорости уз;

$d\tau$ – приращение по топливу т;

P_{k0} – масса корпуса судна-прототипа, т;

Δ_0 – водоизмещение судна-прототипа, т;

P_{m0} – масса энергетической установки судна-прототипа, т;

ν_s – скорость хода, уз;

τ – автономность судна по топливу, сут;

dP_0 – приращение по независимым массам, т.

$$d\nu_s = \nu_{s_{\text{суд.}}} - \nu_{s_{\text{прот.0}}}$$

$$d\tau = \tau_{\text{суд.}} - \tau_{\text{прот.0}}$$

$$dP_0 = P_{0_{\text{суд.}}} - P_{0_{\text{прот.0}}}$$

$$\eta_n = \frac{1}{1 - \frac{P_{k0}}{\Delta_0} - \frac{2}{3} \cdot \frac{P_{m0} + P_{t0}}{\Delta_0}}$$

Используя формулу мощности энергетической установки общего вида:

$$N = \frac{\Delta^m \cdot \nu^n}{C_{mn}},$$

Коэффициент Нормана можно записать в виде:

$$\eta_n = \frac{1}{1 - \frac{P_{k0}}{\Delta_0} - m \cdot \frac{P_{m0} + P_{t0}}{\Delta_0}}$$

тогда формула для расчета искомого приращения будет иметь вид:

$$d\Delta = \eta_n \cdot \left(\frac{n \cdot (P_{m0} + P_{t0})}{\nu_{s0}} \cdot d\nu_s + \frac{P_{t0}}{\tau_0} \cdot d\tau + dP_0 \right)$$

Водоизмещение судна Δ , (т) определяется по формуле:

$$\Delta = \Delta_0 + d\Delta.$$

ЗАДАНИЕ

Определить водоизмещение универсального сухогруза?

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

$P_0 = 11807$ – независимые массы судна, т;

$U_s = 14,6$ – скорость хода судна, уз;

$\tau = 29$ – автономность по топливу судна, сут.

В качестве судна – прототипа принимаем универсальный сухогруз проект № 595.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ судна-прототипа:

$\Delta_0 = 17772$ – водоизмещение судна-прототипа, т;

$P_{m0} = 664$ – масса энергетической установки судна-прототипа, т;

$P_0 = 9972$ – независимые массы судна-прототипа, т;

$P_{T0} = 2160$ – масса топлива судна-прототипа, т;

$P_{k0} = 5176$ – масса корпуса судна-прототипа, т;

$U_{s0} = 15,6$ – скорость хода судна-прототипа, уз;

$\tau_0 = 26$ – автономность по топливу судна-прототипа, сут.

ХОД РАБОТЫ:

1 Определить приращения независимых переменных:

dU_s – приращение по скорости уз;

$d\tau$ – приращение по топливу т;

U_s – скорость хода, уз;

τ – автономность судна по топливу, сут;

dP_0 – приращение по независимым массам, т.

2 Определить коэффициент Нормана, при заданных значениях показателей степени m и n и мощности энергетической установки.

3 Определить $d\Delta$ – приращение по водоизмещению т.

4 Определить водоизмещение проектируемого судна, используя все изложенные в теоретическом разделе двухкомпонентные формулы мощности. Расчеты свести в табл. 2.1.

Определение водоизмещения проектируемого судна

№ п/п	Формулы мощности N	m	η_H	n	$d\Delta$	$\Delta = \Delta_0 + d\Delta$
1	$N = \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} \cdot v^{3,0}}{C_a}$	$\frac{2}{3}$		3,00		
2	$N = \frac{\Delta^{0,5} \cdot v^{3,25}}{C_{mn}}$	0,5		3,25		
3	$N = \frac{\Delta^{0,5} \cdot v^{3,0}}{C_{mn}}$	0,5		3,0		
4	$N = \frac{\Delta^{0,64} \cdot v^3}{C_{mn}}$	0,64		3,0		
5	$N = \frac{\Delta^{\frac{5}{9}} \cdot v^{\frac{10}{3}}}{C_{mn}}$	$\frac{5}{9}$		$\frac{10}{3}$		

5 Определить расхождение в водоизмещениях проектируемого судна?

$$\theta = \frac{\Delta_{\max} - \Delta_{\min}}{\Delta_{\min}} \cdot 100 \leq 5\%$$

6 Определить расхождение в водоизмещении проекта и прототипа?

Контрольные вопросы:

- 1 Перечислите параметры от которых зависит мощность энергетической установки?
- 2 Что определяет дифференциальное уравнение масс Нормана?
- 3 Как определяются приращения независимых переменных?

3 ОСТОЙЧИВОСТЬ СУДОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ СЫПУЧИЕ ГРУЗЫ (ПЕРЕВОЗКА ЗЕРНА)

Цель практического занятия: привить практические навыки расчетов и исследовать влияния свободной поверхности жидкого груза на начальную остойчивость судна при различных формах танков и цистерн.

Теоретическая часть

В зависимости от удельного объема зерновые грузы подразделяются на тяжелые (пшеница, рожь, кукуруза, бобовые, просо и т.д.) и легкие (овес, ячмень, гречиха, семена масличных культур и др.). Удельно-погрузочные объемы приведены в приложении 1 к РД 31.11.25.00-96, транспортные характеристики зерновых грузов в «Рекомендациях по сохранной перевозке продовольственных грузов».

Зерновые грузы в зависимости от вида и назначения могут предъявляться к морской перевозке насыпью и в таре.

Тарой для зерновых грузов служат газопроницаемые тканевые мешки из растительных (лен, джут, кенаф и т.д.) и искусственных волокон, отвечающие требованиям государственных стандартов, международных стандартов и условиям контрактов купли-продажи, условиям импортных карантинных разрешений.

Тканевые мешки должны быть плотными, чистыми, сухими, не прелыми, не зараженными вредителями и без посторонних запахов.

Зерновые грузы, на тару которых государственные стандарты отсутствуют, могут быть приняты к морской перевозке в исправной таре, обеспечивающей их сохранность при перевозке и перегрузочных работах, если перевозки согласованы с транспортными организациями.

Не допускается перевозка зерновых грузов, особенно семян масличных культур, в таре со следами выделившегося масла.

Зерновые грузы в таре и насыпью должны перевозиться на судах с естественной или принудительной вентиляцией.

Грузовые помещения судов должны быть чистыми, сухими и без посторонних запахов. Льяла, сетки приемных отростков осушительной системы, льяльные колодцы должны быть очищены, льяльные крышки плотно закрыты и проконопачены. Грузовые помещения перед загрузкой должны быть досмотрены представителями карантинной службы и Росгосхлебинспекции.

Люковые закрытия и лазы необходимо должны быть герметичными.

Вентиляционные отверстия на воздуховодных каналах трюмной вентиляции универсальных судов во избежание попадания в них зерна должны

иметь исправные предохранительные сетки, не препятствующие движению воздуха.

Систему вентиляции проверяют в действии. Водоотливные средства и систему пожаротушения подготавливают к немедленному использованию.

Сепарационный и подстилочный материал должен быть чистым, сухим, не зараженным насекомыми и не имеющим посторонних запахов. Сепарационный и подстилочный материал предоставляются грузоотправителем.

При перевозке зерновых грузов на танкерах необходимо:

- маховики клинкетов надежно закрыть и опломбировать;
- систему пароподогрева в танках проверить на паронепроницаемость;
- приемные отростки грузовой и зачистой магистралей обвязать мешковиной;
- сальники клинкетов и мерительные трубки в танках обвязать парусиной; грузовые, зачистные и секущие клинкеты танков плотно закрыть (как на палубе, так и в помповом отделении);
- грузовые и зачистные магистрали проверить на герметичность;
- закрыть расширители танков и моечные горловины, а также палубные сальники;
- клапаны грузоотводной системы закрыть; перед приемом зерна грузовые помещения танков должны быть очищены от ранее перевозимого груза и подготовлены к приему зерна в соответствии с действующими нормативными документами.

Подготовленные к погрузке грузовые помещения предъявляются для проверки в российских портах Государственной хлебной инспекции при Правительстве РФ (Росгосхлебинспекции) и инспекции по карантину растений, в заграничных портах – сюрвейерам или представителям соответствующих инспекций при обязательном участии судовой администрации.

Пригодность грузовых помещений судна к перевозке оформляется актом общей формы.

Вентилирование грузовых помещений не следует производить:

- при выпадении атмосферных осадков;
- при относительной влажности воздуха более 90 %.

Не допускаются к перевозке зерновые грузы:

- находящиеся в состоянии самосогревания;
- влажностью, %, более: 8 – какао-бобы; 10 – кофе, кунжутное семя; 11 – арахис; 14 – соя-бобы; 14,5 – ячмень; 15 – сорго, просо, мука; 15,5 – рис, рожь, овес, пшеница, кукуруза; 16 – горох, бобы кормовые; крупа и комбикорма – согласно требованиям ГОСТов;

- зараженные вредителями хлебных запасов карантинного и не карантинного значения;
- без фитосанитарных сертификатов, выдаваемых Государственной инспекцией по карантину растений, а в иностранных портах - соответствующими компетентными службами и сертификатов качества Росгосхлебинспекции;
- не дегазированные после проведения газовой дезинфекции;
- семенное зерно, засоренное карантинными сорняками;
- со следами подмочки на мешках;
- с затхлым, плесневелым или иным запахом, не свойственным зерновым культурам;
- не соответствующие требованиям нормативных документов, действующих на территории РФ, по показателям безопасности;
- содержащие остатки пестицидов выше допускаемых количеств, установленных Минздравмедпромом России;
- в таре, не соответствующей требованиям раздела Правил Регистра и надзорных органов.

Остойчивость при перевозке зерна

Остойчивость судна при перевозке зерна регламентирована Международным Кодексом по безопасной перевозке зерна насыпью.

Правила ИМО по перевозке зерна основаны на признании того, что в отсеке, заполненном зерном, существует пустое пространство между поверхностью зерна и палубой загруженного отсека.

Правила ИМО по перевозке зерна требуют соблюдения минимального уровня приемлемой остойчивости для перевозки зерна, представленного углом крена вследствие условного смещения зерна, остаточной восстанавливающей энергии после такого предполагаемого смещения зерна и начальной метацентрической высоты.

Общий вес зерна насыпью не должен превышать одной трети дедвейта судна.

Способность зерна смещаться при больших наклонениях судна требует выполнение норм, направленных на повышение безопасности судов. Во всех случаях должна производиться **штивка зерна** в отсеках. Во всех заполненных отсеках со штивкой должны быть установлены диаметрально переборки, простирающиеся на всю длину таких отсеков и вниз от подволока палубы или люковых крышек на расстоянии ниже линии палубы, по меньшей мере равное 1/8 максимальной ширины отсека или 2,4 м смотря по тому, что больше.

Перед началом погрузки рассчитывается допустимая средняя высота пустот после штивки.

Все крышки люков в заполненных отсеках, после штивки должны быть закрыты и задраены.

В частично заполненных отсеках все свободные поверхности зерна должны быть разровнены и закреплены для сведения к минимуму влияния смещения зерна, путем применения всех необходимых и разумных мер по его штивке.

Другим направлением борьбы со смещением зернового груза является **закрепление его поверхности** путем создания дополнительного давления на нее. Это достигается применением мешкования (укладка поверх зерна насыпью нескольких слоев мешков с зерном или другим грузом), бандлинга (на свободной поверхности зерна укладывают гибкую матерчатую или пленочную емкость, заполненную зерном), стропинга (поверхность зерна покрывается полужестким покрывалом из ткани и досок и обжимается тросами с талрепами), пневмостропинга (давление создается надувными секциями покрывала) или с помощью другого специального оборудования. Третье направление – **уменьшение свободной поверхности зернового груза**, ограничение возможности его пересыпания и снижение до безопасных значений возникающих при этом кренящих моментов за счет установки продольных разделительных переборок – шифтинг-бордсов и др. конструкций.

Во всех случаях должна производиться штивка зерна в отсеках. Перед началом погрузки рассчитывается допустимая средняя высота пустот после штивки:

$$V_d = V_{d1} + 0,75 \cdot (d - 600), \text{ мм}$$

где V_d – средняя высота пустоты (в мм);

V_{d1} – стандартная высота пустоты согласно табл.1;

d – фактическая высота балки люка (в мм).

Величина V_d не должна приниматься менее 100 мм.

Если расстояния от кромки люка до границы помещения имеет промежуточное значение, то стандартная высота пустоты V_{d1} определяется методом линейной интерполяции (т.е. вычисляем промежуточное значение функции $f(x_N)$ по двум известным точкам, табл. 3.1):

$$f(x_N) = f(x_1) + (x_N - x_1) \cdot \frac{f(x_2) - f(x_1)}{(x_2 - x_1)}$$

где $f(x_1), f(x_2)$ – известное значение функции в точке 1 и точке 2 соответственно;
 $f(x_N)$ – искомое значение функции в точке N .

Т а б л и ц а 3.1

Стандартная высота пустот

Расстояние от кромки люка до границы помещения, м	Стандартная высота пустоты, мм
0,5	570
1,0	530
1,5	500
2,0	480
2,5	450
3,0	440
3,5	430
4,0	430
4,5	430
5,0	430
5,5	450
6,0	470
6,5	490
7,0	520
7,5	550
8,0	590

В любом заполненном отсеке без штивки зерно насыпью должно заполнить в максимально возможной степени люковое отверстие, но может находиться под углом естественного откоса вне периметра люкового отверстия.

Определение остаточной площади ДСО

Остаточная площадь диаграммы статической остойчивости (далее – ДСО) при смещении зерна является запасом поперечной динамической остойчивости судна под действием кренящего момента.

На рис. 3.1 представлен метод определения остаточной площади ДСО.

На диаграмме статической остойчивости (далее – ДСО), построенной в масштабе плеч, по оси абсцисс откладываем угол статического крена 12° , получаемый от пересыпания зерна – точка G . Из точки G восстанавливаем перпендикуляр до пересечения с кривой ДСО – точка B . Из точки B проводим

горизонтальную прямую на ось ординат, точка A . Отрезок OA соответствует величине приведенного плеча кренящего момента от пересыпания зерна до угла 12° .

Из точки C , соответствующего углу крена 40° или углу заливания (в зависимости от того, что меньше), восстанавливаем перпендикуляр и откладываем на нем отрезок CB , равный $0,8$ от приведенного плеча кренящего момента.

Соединяем прямой линией точки A и B . Площадь, ДСО, заключенная между EDB и есть нормируемая остаточная площадь ДСО.

Величину остаточной площади ДСО рассчитывают с помощью палетки, разграфив ее прямоугольниками выбранного масштаба, и подсчитав площадь одного из прямоугольников или определяют площадь ДСО достраивая до фигуры определенной формы.

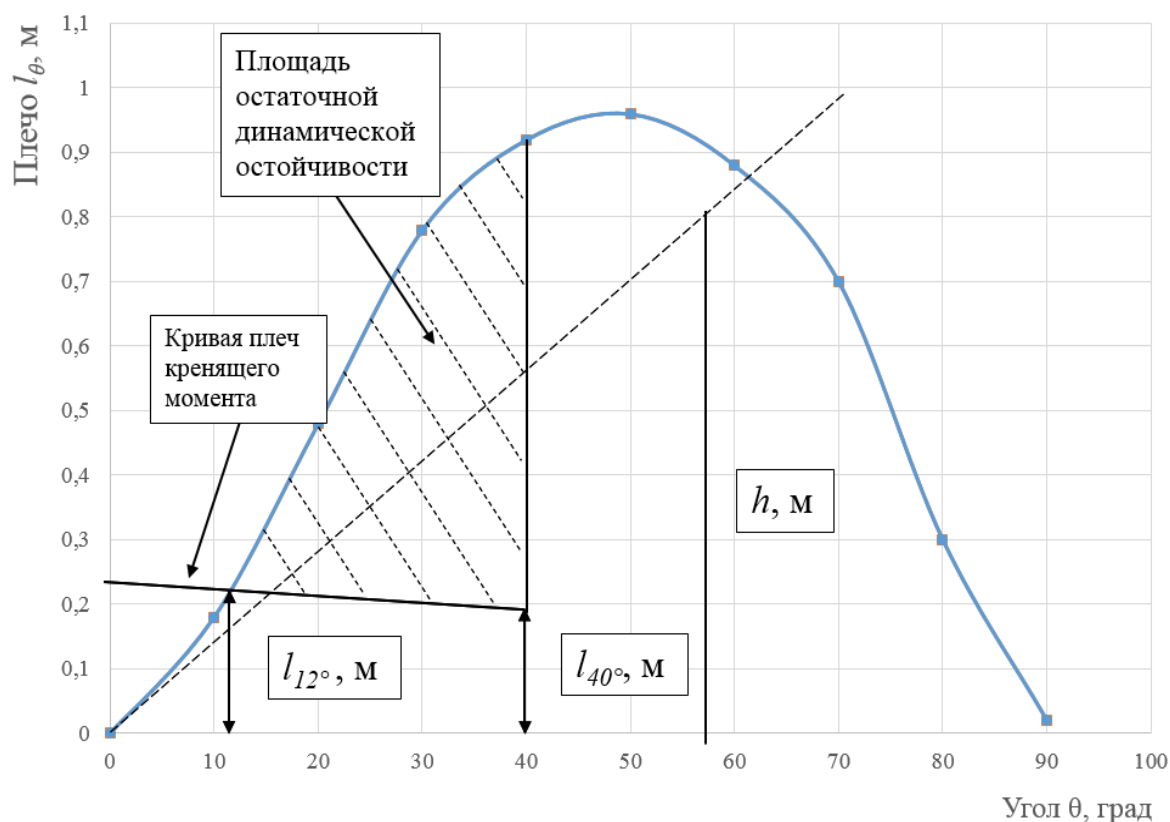


Рис. 3.1. Определения остаточной площади ДСО

ТРЕБОВАНИЯ ПРАВИЛ РЕГИСТРА ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЗЕРНА

– метацентрическая высота судна, исправленная на влияние свободной поверхности жидких грузов, не должна быть меньше 0,3 м;

– угол статического крена судна θ_{gs} от смещения зерна не должен превышать 12° или угла входа палубы в воду, если он меньше 12° ;

– остаточная площадь диаграммы статической остойчивости – чистая площадь диаграммы между кривой кренящего и восстанавливающего моментов от 12° до угла крена 40° (или угла заливания, если он меньше 40°) построенной в масштабе плеч, определенная с учетом смещения зерна и ограничения углов крена, должна быть не меньше $0,075 \text{ м} \cdot \text{рад}$.

ЗАДАНИЕ

1 Начертить схему раскрытия палубы согласно Правил РС п. 3.1.1.2 Часть II «Корпус». Определить расстояние от кромки люка до границы помещения, м. Зная расстояние от кромки люка до границы помещения, по табл. 3.1 определяем стандартную высоту пустот в метрах. Ширина судна $B = 21 \text{ м}$. Выполнить схему раскрытия палубы в масштабе, в соответствии с рис. 3.2.

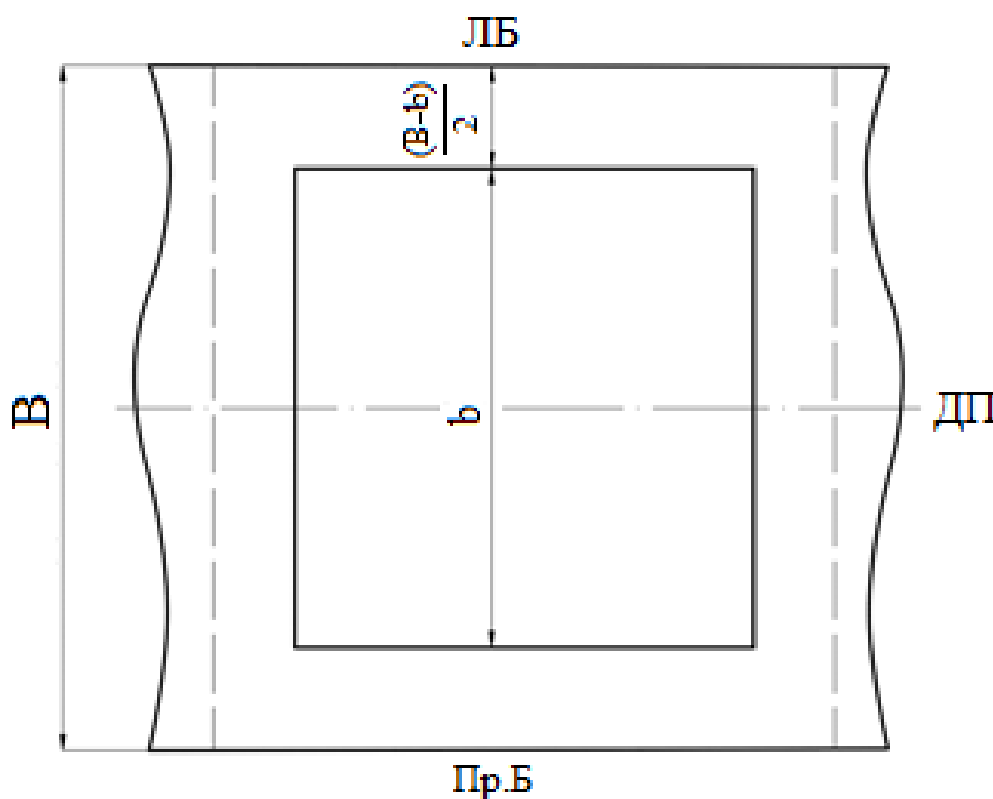


Рис. 3.2. Схема раскрытия палубы

2 Рассчитать допустимую среднюю высоту V_d пустот после штивки зерна для балок сварного таврового профиля (№ 28а, № 32а, № 36а). В табл. 3.2 приведены теоретические элементы требуемых составных сварных профилей.

Т а б л и ц а 3.2

Теоретические элементы составных сварных профилей

№ профиля	Высота балки h, мм	Ширина пояса, b, мм
28а	280	120
32а	320	140
36а	360	160

3 Построить диаграмму статической остойчивости судна для перевозки навалочных грузов и определить остаточную площадь диаграммы после загрузки зерна. В табл. 3.3 представлена зависимость плеч статической остойчивости при различных углах крена:

Угол заливания судна $\theta_{зал.} = 58^\circ$.

Т а б л и ц а 3.3

Зависимость плеч статической остойчивости от углов крена

Угол крена θ , град	Плечи статической остойчивости l_θ , м
10	0,18
20	0,48
30	0,78
40	0,92
50	0,96
60	0,88
70	0,7
80	0,30
90	0,02

4 Построить поперечную метацентрическую высоту, сравнить с нормируемой по Правила Регистра.

Перпендикуляр восстановленный к оси абсцисс при угле крена равном 1 радиан, заключенный между осью абсцисс и точкой пересечения касательной к кривой плеч статической остойчивости и есть метацентрическая высота.

Контрольные вопросы:

- 1 Выписать удельно-погрузочные объемы зерновых грузов, приведенные в Приложении 1 к РД 31.11.25.00-96.
- 2 Выписать транспортные характеристики зерновых грузов, приведенные в «Рекомендациях по сохранной перевозке продовольственных грузов».
- 3 Что называется остаточной площадью диаграммы статической остойчивости при перевозке зерна?
- 4 Какое минимальное значение метацентрической высоты судна регламентируется Правилами Регистра при перевозке зерна?
- 5 Перечислите методы, применяемые для уменьшения смещения зернового груза?

4 РАСЧЕТ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДОВ С ПАЛУБНЫМ ГРУЗОМ (ЛЕСОВОЗ)

Цель практического занятия:

- дать представление об основных приемах расчета остойчивости для судов с палубным грузом;
- привить практические навыки пользования специальной литературой;
- изучить дополнительные требования Регистра Судоходства для перевозки палубных грузов.

Теоретическая часть

Правила для перевозки леса на верхней палубе

Массовые грузы характерны тем, что палуба под них готовится одинаковым способом по всей своей поверхности. Вначале необходимо выполнить общие мероприятия, которые были изложены выше. Далее при помощи подтоварника следует выровнять поверхность палубы в той мере, в какой это необходимо для правильной и, главное, плотной укладки груза. Подтоварник укладывают так, чтобы обеспечить проток воды к бортам и распределить нагрузку равномерно по всей поверхности палубы.

Наиболее разработанными правилами перевозки леса на верхней палубе являются английские правила, которые представляют собой развитие правил, изложенных в Международной конвенции о грузовой марке, подписанной СССР в Лондоне в 1930 г.

Правила эти состоят из правил для перевозки леса на верхней палубе всех судов, не имеющих лесной грузовой марки, и правил, относящихся к перевозке леса на палубе судов, имеющих специальную лесную грузовую марку.

Правила для перевозки леса на верхней палубе судов, не имеющих лесной грузовой марки:

1 Термин «палубный лесной груз» означает груз леса, перевозимый на открытой части палубы надводного борта или палубы надстроек. Этот термин не распространяется на древесную массу или подобный этому груз.

2 Палубные отверстия, закрываемые палубным лесным грузом. Отверстия помещений, расположенных под палубой надводного борта, должны быть надежно закрыты и задраены. Все оборудование, такое как бимсы люков, продольные балки и крышки, должны быть поставлены на место. Если необходимы вентиляторы для грузовых помещений, то они должны быть хорошо защищены.

3 Укладка груза:

а) лесной палубный груз должен быть компактно уложен, занайтовлен и закреплен. Он не должен затруднять судовождение и другую какую-либо работу на судне, а в целях сохранения достаточной остойчивости судна во все время плавания должно уделяться достаточное внимание увеличению веса, например, вследствие намокания груза, или уменьшения веса, например, при израсходовании запасов и топлива;

б) на судах, плавающих зимой в сезонной зимней зоне, высота палубного груза над палубой надводного борта не должна превосходить одной трети наибольшей ширины судна.

4 Защита экипажа, доступ в машинное отделение и т. п. Во всякое время должен быть обеспечен безопасный и отвечающий своему назначению доступ в помещения экипажа, в машинное отделение и во все остальные служебные помещения. Палубный груз у входов в указанные выше помещения должен, быть уложен так, чтобы отверстия могли быть закрыты и устранялась возможность попадания воды через них внутрь судна. На каждом борту должны быть предусмотрены отвечающие своему назначению оградительные устройства. Для экипажа в виде лееров или поручней с просветами в вертикальном направлении не более 30 см и высотой по крайней мере в 1,2 м над грузом. Груз должен быть достаточно выровнен для обеспечения переходов по нему.

5 Рулевое устройство. Рулевое устройство должно быть надежно защищено от повреждений грузом и быть доступным настолько, насколько это окажется осуществимым. Должны быть предусмотрены надежные средства для управления рулем на случай поломки главных приводов.

6 Найтовы. Должна быть предусмотрена разработанная система найтовов, охватывающих груз, которая должна обладать достаточной прочностью, иметь отдающее приспособление и находиться в хорошем состоянии. Эта система должна дать эффективное крепление по всей длине палубного лесного груза. Приспособления для отдачи найтовов должны быть все время доступны. Прочность всего оборудования для крепления найтовов должна соответствовать прочности последних.

7 Стойки. Когда по характеру леса требуются стойки:

а) они должны быть достаточной прочности и могут быть деревянными или металлическими;

б) расстояние между ними должно соответствовать длине и роду перевозимого леса, но не превышать 3,05 м;

в) должны быть предусмотрены эффективные средства для крепления стоек.

8 Рымы и обухи для крепления найтовов. Рымы и обухи для крепления найтовов должны быть прикреплены к ширстреку на расстоянии друг от друга не более 3,05 м, причем расстояние от концевой переборки надстройки до ближайшего рыма должно быть не более 1,98 м. Дополнительные рымы и обухи могут быть поставлены по палубному стрингеру.

Дополнительные правила перевозки леса на верхней палубе судов, имеющих лесную грузовую марку

1 Укладка. Колодцы на палубе надводного борта должны быть заполнены лесом настолько плотно, насколько это представляется возможным, и на высоту, равную, по крайней мере, стандартной высоте средней надстройки, т. е. не ниже этой высоты.

2 Найтовы. Лесной груз на верхней палубе должен быть эффективно закреплен по всей его длине независимыми найтовыми, охватывающими груз и отстоящими друг от друга не более чем на 3,05 м. Эти найтовы должны быть в хорошем состоянии и представлять либо короткозвенные цепи с диаметром цепного железа не менее 19 мм, либо гибкий проволочный трос эквивалентной прочности с глаголь-гаками и винтовыми талрепами, проход к которым должен быть доступен во всякое время. Найтовы из проволочного троса должны иметь короткие куски длиннозвенной цепи, позволяющей регулировать длину найтовов. Если лес длиной менее 3,6 м, то расстояние между найтовыми должно быть уменьшено соответственно длине леса или следует принять какие-либо иные подходящие меры. Если расстояние между найтовыми равно или менее 1,5 м, то размеры найтовов могут быть уменьшены, но не менее чем до диаметра железа в 12,7 мм для цепных найтовов, или должны быть взяты проволочные тросы соответствующей прочности.

3 Средства для крепления стоек. Для крепления стоек должны быть предусмотрены прочные угольники или металлические гнезда, надежно укрепленные к палубному стрингеру, или иное эквивалентное устройство.

4 Стойки на палубах надстроек. Стойки на палубах надстроек должны отстоять друг от друга не более чем на 3,05 м и должны быть перевязаны поперечными найтовыми соответствующей прочности.

Если груз в колодцах не будет уложен и закреплен так, как указано выше, судно лишается права пользоваться лесной грузовой маркой.

Лесная грузовая марка позволяет иметь меньший надводный борт, чем обычная грузовая марка, т. е. позволяет погрузить больше груза. Такая мера обусловлена следующими соображениями:

1) если палубный лесной груз плотно уложен и прочно скреплен с корпусом судна, он представляет собой как бы надстройку вследствие своей

способности плавать и поэтому улучшает остойчивость и непотопляемость судна;

2) плотная укладка на указанную выше высоту и прочное крепление палубного лесного груза создают хорошую защиту грузовых люков в колодцах от воздействия волн, тем самым увеличивая безопасность плавания судна.

Этим и объясняется такая подробная регламентация крепления лесных грузов на верхней палубе судов, имеющих лесную грузовую марку.

Количество погружаемого на палубу груза определяется следующими требованиями:

1) груз не должен препятствовать судовождению и затруднять другую необходимую работу на судне;

2) должна быть обеспечена достаточная остойчивость на все время плавания с учетом намокания груза и расхода топлива и запасов;

3) количество груза должно соответствовать прочности палубы;

4) зимой при плавании в сезонной зимней зоне высота груза над палубой надводного борта не должна превышать одной трети наибольшей ширины судна В.

Метод А. Дриела для определения высоты лесного палубного груза

При приеме на палубу лесного груза, необходимо решить два важных вопроса:

- первый заключается в правильном выборе величины надводного борта;
- второй заключается в обеспечении поперечной остойчивости судна.

На рис. 4.1 изображено поперечное сечение корпуса судна с укладкой палубного груза.

В продолжении плавания между портами погрузки и выгрузки величина надводного борта не должна быть меньше той величины, которая указывается грузовой маркой судна для данного времени года и данного района плавания. Остойчивость судна Должна быть достаточной в течение всего времени плавания между указанными выше портами.

Отсюда вытекают следующие два положения:

1) осадка при выходе в море должна быть такой, чтобы в море при замещении израсходованных запасов балластной водой для сохранения достаточной остойчивости она не превышала осадки, разрешаемой грузовой маркой;

2) остойчивость при выходе в море должна учитывать увеличение веса палубного груза вследствие намокания его и расходования запасов из нижних частей судна. Обе эти задачи по сути дела сводятся к решению задачи о поперечной остойчивости судна с одновременным определением допускаемого количества палубного груза. При наличии информационных данных об

остойчивости судна такая задача решается сравнительно просто, но когда эти сведения утрачены, что довольно часто имеет место на старых судах, точно решить такую задачу невозможно.

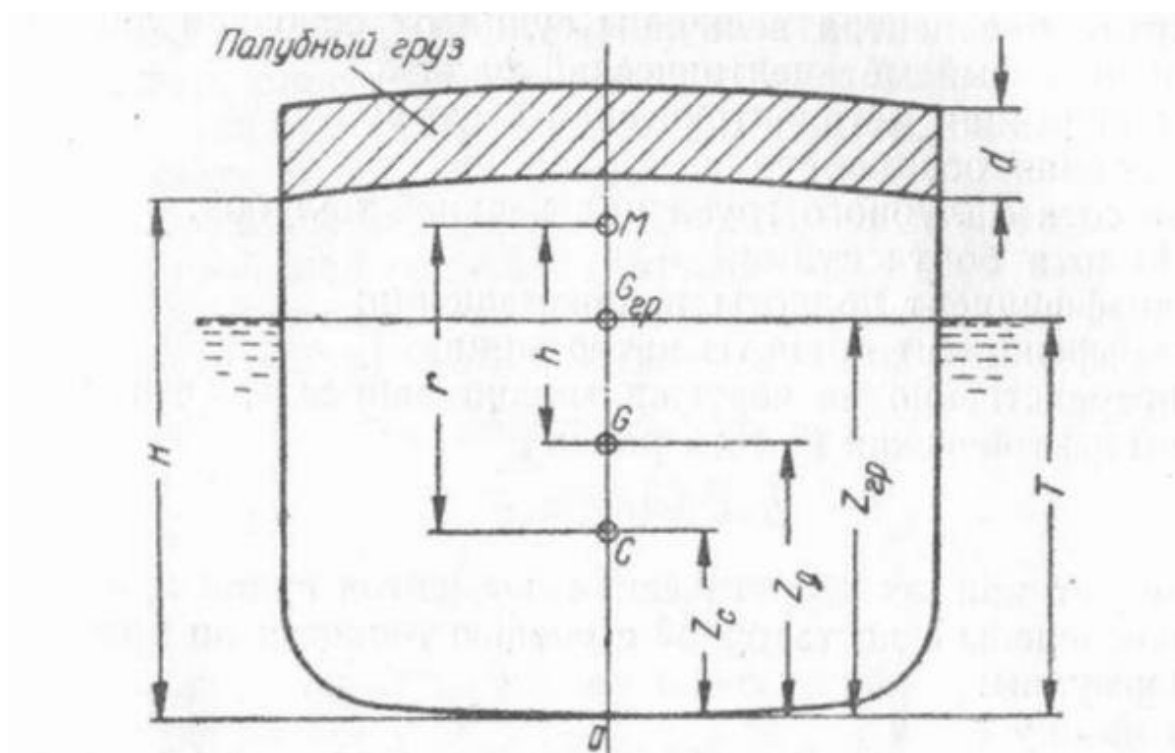


Рис. 4.1. Поперечное сечение корпуса судна с укладкой палубного груза:

G – центр тяжести; C – центр величины; M – поперечный метациентр, O – основная линия; Z_g – отстояние центра тяжести судна от основной линии; Z_c – отстояние центра величины судна от основной линии; r – поперечный метациентрический радиус; h – поперечная метациентрическая высота; T – средняя осадка судна; d – высота палубного груза над верхней палубой; H – высота борта судна; δ – коэффициент полноты водоизмещения; α – коэффициент полноты ватерлинии.

Непосредственно из рис. 4.1 можно записать, что поперечная метациентрическая высота равна:

$$h = r + Z_c - Z_g$$

Если нет кривых теоретических элементов судна Z_c и r могут быть определены с достаточной степенью точности по приближенным формулам: по Narmand'y

$$Z_c = T - \frac{T}{3} \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\alpha} \right) = T \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\alpha} \right) \right] ;$$

$$r = \frac{(0,008 + 0,0745 \cdot \alpha^2)}{\delta} \cdot \frac{B^2}{T}$$

по Bauer'y

$$Z_c = T \left[1 - 0,343 \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\alpha} \right) \right]$$

$$r = \frac{(2\alpha + 1)^3 \cdot B^2}{323 \cdot \delta \cdot T}$$

Обозначая через C_1 член, стоящий в квадратных скобках первого выражения (по Normand'y), тогда

$$Z_c = C_1 \cdot T$$

где

$$C_1 = 1 - \frac{1}{3} \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{2} \right),$$

или (при использовании формулы Bauer'a)

$$C_1 = 1 - 0,343 \left(\frac{1}{2} + \frac{\delta}{\alpha} \right),$$

Обозначая через C_2 член, стоящий перед $\frac{B^2}{T}$ получим

$$r = C_2 \cdot \frac{B^2}{T}$$

где (при определении по Normand'y)

$$C_2 = \frac{0,008 + 0,0745\alpha^2}{\delta},$$

или (при определении по Bauer'y)

$$C_2 = \frac{(2\alpha + 1)^3}{323 \cdot \delta}$$

Отстояние центра тяжести судна от основной линии Z_g не может быть определено так просто, как величины Z_c и r , так как оно зависит от

распределения весов, а не от формы подводной части судна. Эта величина будет зависеть от высоты ЦТ судна порожнем над основной линией – Z^{1g} , высоты ЦТ подпалубного груза над основной линией – Z^{2g} и от высоты ЦТ палубного груза над основной линией – Z^{3g} . По статистическим данным можно принять

$$Z^{1g} = 0,7H;$$

$$Z^{2g} = 0,62H;$$

$$Z^{3g} = 0,05H + \frac{d}{2}$$

Также можно принять, что вес всего груза равен двойному весу судна порожнем

$$2 \cdot P^1 = P^2 + P^3,$$

где P^1 – вес судна порожнем; P^2 – вес подпалубного груза; P^3 – вес палубного груза.

Пусть L^1 – длина подпалубного груза; L^2 – длина палубного груза.

Тогда отношение объема подпалубного груза к объему палубного груза будет равно:

$$\frac{l_1 \times 0,94B \times 0,85H^2}{l_2 \times 0,8B \times d} \cong \frac{l_1 \cdot H}{l_2 \cdot d}.$$

Момент объема подпалубного груза относительно основной линии определяется таким выражением

$$M^2 = L^1 \cdot H \cdot 0,62H = 0,62L^1H^2,$$

Момент объема палубного груза относительно основной линии будет найден таким образом

$$M^3 = L^2 \cdot d \left(1,05H + \frac{d}{2} \right)^2$$

Отстояние ЦТ всего груза относительно основной линии Z_{cp}

$$Z_{cp} = \frac{0,62l_1 \cdot H^2 + 1,05l_2 \cdot H \cdot d + 0,5l_2 \cdot d^2}{l_1 \cdot H + l_2 \cdot d}.$$

Применяя теорему моментов, определяем отстояние ЦТ груженого судна от основной линии

$$Z_g = \frac{1,24l_1 \cdot H^2 + 2,10l_2 \cdot H \cdot d + l_2 \cdot d^2}{3(l_1 \cdot H + l_2 \cdot d)} + 0,233H,$$

Делаем подстановку в уравнение $h = r + Z_c - Z_g$, тогда

$$h = C_1T + C_2 \frac{B^2}{T} - \frac{1,24l_1 \cdot H^2 + 2,10l_2 \cdot H \cdot d + l_2 \cdot d^2}{3(l_1 \cdot H + l_2 \cdot d)} - 0,233H.$$

Из этой формулы составим следующее уравнение:

$$C_1T + C_2 \frac{B^2}{T} = h + \frac{1,24l_1 \cdot H^2 + 2,10l_2 \cdot H \cdot d + l_2 \cdot d^2}{3(l_1 \cdot H + l_2 \cdot d)} + 0,233H;$$

$$3(l_1 \cdot H + l_2 \cdot d)(C_1T + C_2 \frac{B^2}{T}) = 3h \cdot (l_1 \cdot H + l_2 \cdot d) + 1,24 \cdot l_1 \cdot H^2 + 2,10l_2 \cdot H \cdot d + l_2 \cdot d^2 + 0,7l_1 \cdot H^2 + 0,72l_2H \cdot d$$

Объединяем подобные члены, делаем преобразования, обозначаем отношение $\frac{l_1}{l_2}$ через η , обе части равенства сокращаем на l_2 и получаем окончательно

$$3\eta \left(C_1HT + C_2H \frac{B^2}{T} - Hh - 0,647H^2 \right) = d^2 + d \left(3h + 2,8H - 3C_2 \frac{B^2}{T} - 3C_1T \right).$$

Задаваясь метацентрической высотой h , при помощи этой формулы можно определить высоту палубного груза d , или же, задавшись высотой палубного груза d , наоборот, определить метацентрическую высоту h .

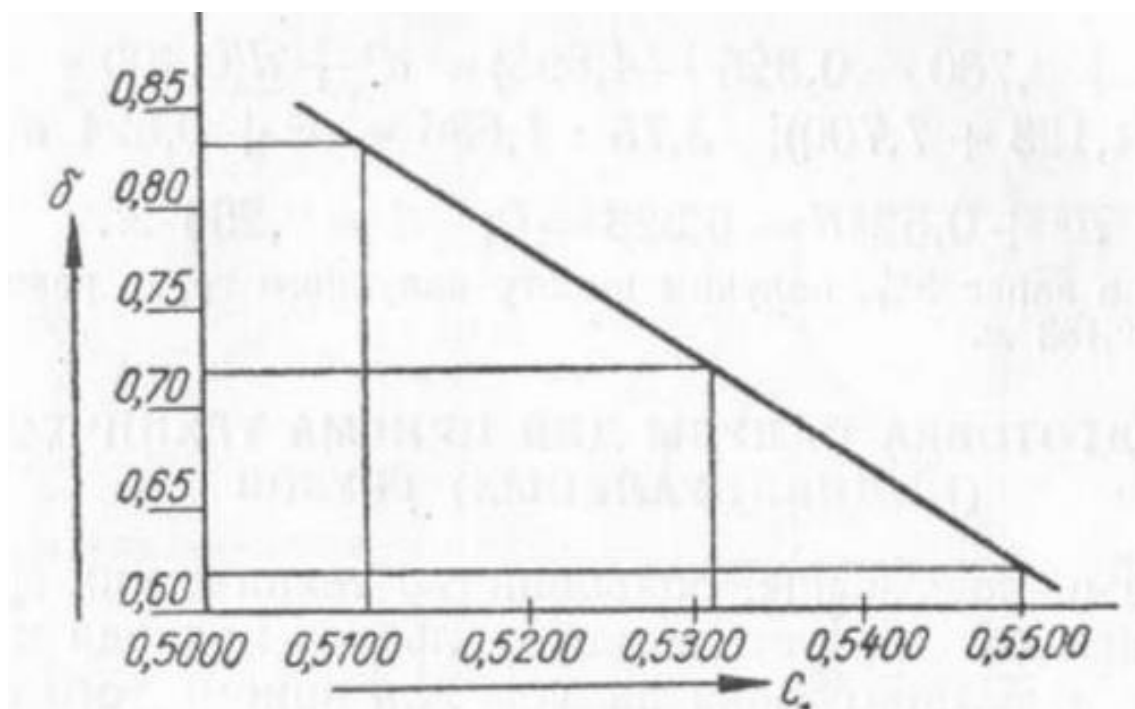


Рис. 4.2. График зависимости C_1 от δ

Отстояние ЦТ судна порожнем от основной линии Z^{1g} зависит от типа судна, а от Z^{1g} зависят коэффициенты 2,8 и 0,647.

Для $Z^{1g} = \frac{0,7}{1,0H}$ указанные коэффициенты меняются в следующих пределах: 2,80–3,10 и 0,647 – 0,747.

Для парусных судов можно принимать минимальное значение h , равное 0,5 м. Для моторных судов без двойного дна h может быть принята равной 0,3 м. Так как при выводе формулы влияние танков двойного дна не учитывалось, то для моторных судов с двойным дном почти по всей длине судна можно принять $h = 0$. Современные паровые суда почти все пользуются жидким топливом, поэтому к ним могут быть применены нормы моторных судов.

Приближенно величина C_1 может быть определена из рис. 4.2, на котором изображен график зависимости C_1 от δ . C_2 может быть принято равным 0,081.

ЗАДАНИЕ

Определить: высоту палубного лесного груза d (м), аппликату центра величины Z_c (м), аппликату центра тяжести судна порожнем Z^{1g} (м), аппликату центра тяжести подпалубного груза Z^{2g} (м), аппликату центра тяжести палубного груза Z^{3g} (м), аппликату центра тяжести всего груза Z_{gp} (м), аппликату центра тяжести груженого судна Z_g (м), определить величину поперечного метацентрического радиуса r (м), для теплохода каботажного плавания. По результатам расчета в масштабе на формате А4 начертить мидель-шпангоут (см рис.1) и нанести в масштабе полученные результаты.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Длина $L = 35$ м, ширина $B = 6,5$ м, осадка $T = 2,49$ м, высота борта $H = 2,75$ м, коэффициент общей полноты судна $\delta = 0,73$, коэффициент полноты ватерлинии $\alpha = 0,828$, отношение $\frac{l_1}{l_2} = 1,25$ объемное водоизмещение $V = 394,0$ м³. Двойного дна у заданного судна нет, поперечная метацентрическая высота $h = 0,3$ м, C_1 можно определить расчетным путем, либо в зависимости от коэффициент общей полноты судна по графику (рис. 2), $C_2 = 0,081$.

Контрольные вопросы:

- 1 Перечислите типы судов, предназначенные для перевозки палубных грузов?
- 2 Перечислите требования к количеству погружаемого на палубу груза?
- 3 Перечислите Требования Морского Регистра к лесовозам?

5 РАСЧЕТ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДОВ, ПЕРЕВОЗЯЩИХ ПАЛУБНЫЙ ГРУЗ (КОНТЕЙНЕРОВОЗ)

Цель практического занятия:

- дать представление об основных приемах расчета остойчивости для судов с палубным грузом;
- привить практические навыки пользования специальной литературой;
- изучить дополнительные требования Регистра Судоходства для перевозки палубных грузов.

Теоретическая часть

Контейнеровоз (морское судно) – специализированное грузовое судно, для перевозки груза в однородных укрупненных грузовых единицах – контейнерах (TEU). В морских контейнерных перевозках в основном используются стандартные ISO-контейнеры. Как правило, экипаж контейнеровоза состоит из 10-26 человек, так как такие суда предельно автоматизированы.

По своей конструкции трюмы контейнеровоза имеют вертикальные направляющие (cell guides) для установки и крепления контейнеров. Общий коэффициент раскрытия палуб составляет 80-85 %, что достигается за счет устройства парных или тройных крышек люков по ширине. Крышки трюмов понтонного типа позволяют удобно размещать контейнеры на палубе. Отсутствие грузового устройства и сдвинутая надстройка высвобождают всю палубу для размещения контейнеров. Для защиты палубных контейнеров от воздействия морской волны на судах, где высота надводного борта не превышает 8 м. делается удлиненный полубак или специальный отбойный козырек. С точки зрения обеспечения безопасности мореплавания наиболее сложной проблемой для контейнеровозов является обеспечение соответствующей устойчивости судна при различных вариантах загрузки.

Типы контейнеров, перевозимых морскими контейнеровозами

ISO-контейнер

- 1 Стандартный 20-футовый контейнер (20'DC)
- 2 Стандартный 40-футовый контейнер (40'DC)
- 3 20 - и 40-футовый контейнер типа "OPEN TOP" (открытый верх, 20'OT, 40'OT)
- 4 20 - и 40-футовый контейнер типа "FLAT RACK" (20'FR, 40'FR)
- 5 20 - и 40-футовый контейнер типа "TANK" (20'TC), 40'TC)

- 6 20 - и 40-футовый рефрижераторный контейнер (20'REF, 40'REF)
- 7 40 - футовый контейнер типа "HIGH CUBE" (40'HC)
- 8 45 - футовый контейнер типа "HIGH CUBE" (45'HC)
- 9 48 - футовый контейнер типа "HIGH CUBE" (нестандартный контейнер, используется крайне редко)

Контейнеровозы, перевозят грузы в контейнерах, представляющих собой прочные деревянные или металлические ящики с одной или несколькими дверями. Дедвейт большинства судов этого типа от 1500 до 20 000 т, скорость 16–24 уз. Построенные суда развивают скорость 25–30 уз и выше. Грузоподъемность крупнейших контейнеровозов 25000–30000 т.

При расчетах остойчивости положение центра тяжести каждого контейнера по высоте принимается равным половине высоты контейнера данного типа.

Остойчивость контейнеровозов для любого варианта нагрузки с контейнерами должна быть такой, чтобы определенный по диаграмме статической остойчивости угол крена на циркуляции или под действием постоянного бокового ветра был не более половины угла, при котором верхняя палуба входит в воду; во всяком случае угол крена не должен превышать 16°.

По согласованию с Регистром в случаях, когда палубный груз контейнеров размещается только на крышках люков, вместо угла входа кромки верхней палубы может приниматься меньший из углов входа в воду верхней кромки комингса люка или входа контейнера в воду (в случае, когда контейнеры выходят за пределы этого комингса).

Во избежание заклинивания контейнеров при грузовых операциях крен судна не должен превышать 5°–6°.

Начальная поперечная метацентрическая высота определяется по формуле:

$$h_0 = r + z_c - z_g, \text{ м}$$

где r – поперечный метацентрический радиус, м;

z_c – аппликата центра величины, м;

z_g – аппликата центра тяжести, м.

Согласно Требований Морского Регистра Судоходства начальная поперечная метацентрическая высота должна быть не менее 0,15 метров.

Дифферент судна определяется разностью абсцисс центра тяжести и центра величины соответственно:

$$x_g - x_c, \text{ м}$$

Кренящий момент на циркуляции, кНм вычисляется по формуле:

$$M = \frac{0,037 \cdot \Delta \cdot v_s^2}{L} \left(z_g - \frac{d}{2} \right),$$

где v_s – скорость судна, уз;

Δ – водоизмещение, т;

d – осадка судна, м.

Зависимость между количеством контейнеров и дедвейтом выражается следующим образом:

$$\Delta_w = 20 \cdot n_k,$$

где n_k – количество стандартных контейнеров.

ЗАДАНИЕ 1

1 Определить водоизмещение контейнеровоза после приема груза и балласта в трюм и на палубу. Данные по кривым элементов теоретического чертежа снимались с графика и занесены в таблицу для каждого варианта загрузки.

2 Оценить крен и дифферент судна согласно Требований Регистра?

3 Определить кренящий момент на циркуляции при разных вариантах загрузки судна.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Водоизмещение судна порожнем – $\Delta_n = 8800$ т;

Судовые запасы составляют – $P_{cc} = 3000$ т, тогда загрузка судна перед выходом в рейс без груза будет равна: $\Delta = \Delta_n + P_{cc}$.

Вариант загрузки № 1:

– Принять 486 контейнеров в трюм 20-ти футового эквивалента, общая масса которых равна 9720 тонн. После загрузки с кривых элементов теоретического чертежа (КЭТЧ) снимаются следующие данные, которые внесены в таблицу 1. Данный вариант загрузки – сухогруза.

– Определить поперечную метацентрическую высоту и дифферент?
Вывод?

Т а б л и ц а 5.1

Кривые элементов теоретического чертежа

Наименование	Обозначение	Значение, м
средняя осадка судна	d_{cp}	7,5
абсцисса центра величины	x_c	4,4
аппликата центра величины	z_c	3,7
поперечный метацентрический радиус	r	5,6
аппликата центра тяжести	z_g	9,18
абсцисса центра тяжести	x_g	-6,2

Вариант загрузки №2:

– Принять 266 контейнеров на палубу (в два ряда). Определить водоизмещение с учетом предыдущей нагрузки. Вариант нагрузки – лесовоза.

Т а б л и ц а 5.2

Кривые элементов теоретического чертежа

Наименование	Обозначение	Значение, м
средняя осадка судна	d_{cp}	9,0
абсцисса центра величины	x_c	4,2
аппликата центра величины	z_c	4,6
поперечный метацентрический радиус	r	5,0
аппликата центра тяжести	z_g	9,94
абсцисса центра тяжести	x_g	-2,0

– Определить поперечную метацентрическую высоту и дифферент?
Вывод?

Вариант загрузки №3:

– Принять 532 контейнера в трюм и на палубу (до шести рядов). Нагрузка увеличилась больше, чем в 2 раза. Определить водоизмещение с учетом предыдущей нагрузки. Вариант нагрузки – контейнеровоза.

Т а б л и ц а 5.3

Кривые элементов теоретического чертежа

Наименование	Обозначение	Значение, м
средняя осадка судна	d_{cp}	12,2
абсцисса центра величины	x_c	3,7
аппликата центра величины	z_c	7,0
поперечный метацентрический радиус	r	4,6
аппликата центра тяжести	z_g	13,36
абсцисса центра тяжести	x_g	2,8

– Определить поперечную метацентрическую высоту и дифферент?
Вывод?

Вариант загрузки №4:

– Принять 5000 тонн балласта (забортная вода) во второе дно для выравнивания остойчивости. Нагрузка увеличилась больше, чем в 2 раза. Определить водоизмещение с учетом предыдущей нагрузки. Вариант нагрузки – контейнеровоза.

Т а б л и ц а 5.4

Кривые элементов теоретического чертежа

Наименование	Обозначение	Значение, м
средняя осадка судна	d_{cp}	13,4
абсцисса центра величины	x_c	3,5
аппликата центра величины	z_c	7,8
поперечный метацентрический радиус	r	4,5
аппликата центра тяжести	z_g	12,14
абсцисса центра тяжести	x_g	2,9

– Определить поперечную метацентрическую высоту и дифферент?
Вывод?

ЗАДАНИЕ 2

Судно (контейнеровоз) имеет следующие главные размерения:

Дедвейт судна $\Delta_w = 16300,0$ т;

Длина между перпендикулярами $L = 142,0$ м;

Ширина судна $B = 26,0$ м;

Осадка $d = 9,50$ м;

Скорость хода $V_s = 22,6$ уз;

Балласт – забортная вода $\gamma_{жс} = 1,025$ т/м³.

Определить количество контейнеров, которое может принять судно?

Определить кренящий момент на циркуляции.

Контрольные вопросы:

- 1 Дайте определение поперечного метацентрического радиуса?
- 2 Дайте определение поперечной метацентрической высоты?
- 3 Дайте определение центра величины?
- 4 Что определяют кривые элементов теоретического чертежа?

6 РАСЧЕТ ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ БАРЖ (ЛИХТЕРОВ) ДЛЯ ЛИХТЕРОВОЗА, РАЗМЕЩЕНИЕ ИХ НА СУДНЕ. ТРЕБОВАНИЯ К ДИАГРАММЕ СТАТИЧЕСКОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ

Цель практического занятия: привить практические навыки расчетов размерений барж для лихтеровоза. Изучить дополнительные требования к диаграмме статической остойчивости.

Теоретическая часть

Лихтеровозы – специализированные сухогрузные суда, перевозящие грузы в баржах – лихтерах. Особенностью эксплуатации лихтеровозов, появившихся в конце 60-х гг, является существенное сокращение стояночного времени грузовых операций, возможность доставки различных грузов лихтерами в мелководные и плохо оборудованные порты, в том числе в речные порты.

Погрузка и выгрузка лихтеров на лихтеровоз (судно-матку) производятся тремя способами:

- подъем лихтера с воды козловым краном и установка его в соответствующую ячейку на судне;
- подъем лихтера с воды синхролифтом-подъемником до уровня определенной грузовой палубы и затем передвижка транспортером до места его установки на судне;
- балластировка судна и притопление грузовой палубы судна-матки до определенного уровня заводки лихтеров в док-камеру, затем всплытие судна-матки вместе с погруженными на него лихтерами путем откачки за борт балласта (Фи-Фо) (float in/float off).

Лихтеровозы по своему назначению разделяются на две размерные группы: *океанские лихтеровозы*, обеспечивающие большие устойчивые грузопотоки между крупными портами отдельных регионов, и *суда-лихтеровозы*, обеспечивающие *фидерные* перевозки лихтеров между большим числом мелководных и слабооборудованных портов определенного региона.

Применение лихтеровозной системы приводит к расширению объема смешанных перевозок по схеме река–море–река и повышению коэффициента использования ходового времени морских судов. Если масса груженых лихтеров не превышает 200–250 т, то их можно поднимать из-за борта с воды тяжеловесными стрелами, которые затем опускают лихтеры через грузовые люки в трюмы. Часть лихтеров может быть установлена на закрытия люков. В этом случае лихтеровоз представляет собой обычное открытое судно, но с мощным стреловым грузовым устройством и трюмами, приспособленными для погрузки лихтеров определенных размеров. Кормовой вариант погрузки и

выгрузки лихтеров совмещается с горизонтальным или вертикальным перемещением лихтера при установке его на место и соответственно одноярусным или многоярусным расположением лихтеров в трюмах. Погрузка одного лихтера занимает 15–20 минут, что позволяет проводить грузовые операции в весьма ограниченное время.

Кроме того, лихтеровозы обладают еще одним преимуществом преимуществом перед другими судами: им не требуется место у причала или на акватории порта — принимать или выгружать лихтеры они могут на рейдах, защищенных от сильного волнения, что позволяет крупнотоннажным лихтеровозам обслуживать даже мелководные порты. Исключение в этом отношении представляют лишь лихтеровозы докового типа.

Дедвейт трейлерных судов превысил 30000 т, а дедвейт лихтеровозов и наиболее крупных контейнеровозов составляет 45000–50000 т. Все суда, предназначенные для перевозки укрупненных унифицированных грузов, являются элементами различных транспортно-технологических систем (ТСС). Контейнерная ТТС связывает в основном в единое целое перевозки контейнеров по линиям железных дорог, разделенных водным пространством.

На лихтеровозных ТТС в качестве единицы укрупнения используется лихтер. При выборе параметров лихтеров исходили из размеров речных барж обслуживаемого региона. Лихтеры системы ЛЭШ по ширине равны рейнской барже, а по длине — 1/4 ее длины.

Лихтеры Си-Би имеют ширину американской баржи Jumbo и 1/2 ее длины. Лихтеры системы Бакат рассчитаны на проход по внутренним водным путям Великобритании. Дунайский лихтер имеет ширину баржи Европа Пи 1/2 ее длины.

Конструктивные особенности судов-лихтеровозов зависят от типа лихтеровозной системы, составным элементом которой они являются. В каждой лихтеровозной системе существуют три фактора, которые оказывают влияние на конструктивный тип лихтеровоза:

- параметры лихтера, принятого за модуль укрупнения;
- тип грузоподъемного устройства;
- целевое назначение лихтеровоза — магистральный или фидерный.

Лихтеры, т.е. несамоходные баржи, используемые в качестве плавучих контейнеров, могут быть различных размеров и грузоподъемности.

Рассмотрим одну из схем определения размеров барж или лихтеров, принимаемых в плане как разность размеров трюмов — ячеек и величины зазоров. Размеры трюмов — ячеек определяются размерами 20-тонного контейнера.

Ширина баржи, м:

$$B_{\bar{o}} = (L_{\text{конт}} + \Delta_1) - \Delta_2;$$

где $L_{\text{конт}}$ – длина контейнера;

Δ_1 – зазоры между контейнером и трюмом по длине;

Δ_2 – зазоры между баржей и трюмом (0,25–0,45 м, величина зазора должна быть кратна 10).

Этот зазор исключает заклинивание баржи в направляющих при погрузке-разгрузке и определяет степень использования полезного объема трюма.

Длина баржи, м:

$$L_{\bar{o}} = n \cdot (B_{\kappa} + \Delta_1 + \Delta_3) - \Delta_2;$$

где n – число контейнеров, устанавливаемых на месте баржи;

B_{κ} – ширина контейнера (2,44 м);

Δ_1 – зазоры между контейнером и трюмом по ширине ($2 \times 0,0125$);

Δ_3 – ширина направляющих для контейнеров ($2 \times 0,15 + 0,2$).

Вместимость баржи, м³:

$$W = 0,75L \cdot B \cdot H;$$

где $L \times B \times H$, длина, ширина и высота лихтера соответственно, м.

ТРЕБОВАНИЯ К ОСТОЙЧИВОСТИ ЛИХТЕРОВОЗА

Остойчивость лихтеровоза должна удовлетворять следующим требованиям:

– не выходить за пределы нормы остойчивости на больших углах крена с учетом обледенения;

– при затоплении самого большого отсека начальная остойчивость должна оставаться положительной;

– должна быть обеспечена определенная величина периода качки;

– во время выгрузки барж или погрузки на лихтеровоз оборудованный стрелами угол крена судна не должен превышать 15°;

Нижний предел начальной остойчивости для лихтеровоза 0,6 – 0,8 м

ЗАДАНИЕ 1

1.1 Определить длину и ширину баржи, если при высоте борта 3,3 м, в ней размещается восемь 20-тонных контейнеров?

1.2 Определить вместимость баржи?

ЗАДАНИЕ 2

Определить количество лихтеров, которое может разместить лихтеровоз типа Бако: длина $L = 204$ м, ширина $B = 28,5$ м, осадка $d = 6,65$ м, (осадка в процессе погрузки лихтеров равна $7,7$ м); дедвейт $\Delta_w = 21100$ т, скорость $V_s = 15$ уз.

Основные размерения лихтера: $24,0 \times 9,5 \times 5,1 \times 4,06$ м, дедвейт 800 т. Судно рассчитано на прием контейнеров 20-футового эквивалента. Контейнеры располагаются на верхней палубе в три яруса, площадь палубы под загрузку контейнеров равна 2320 м^2 . Определить количество контейнеров на верхней палубе и вычертить в масштабе их размещение.

Контрольные вопросы:

- 1 Классификация лихтеровозов по назначению?
- 2 Способы погрузки и выгрузки лихтеров?
- 3 От каких параметров зависят размеры лихтера?
- 4 Перечислите Требования к диаграмме статической остойчивости лихтеровоза?

7 ВЛИЯНИЕ СВОБОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЖИДКОГО ГРУЗА НА НАЧАЛЬНУЮ ОСТОЙЧИВОСТЬ СУДНА

Цель практического занятия: привить практические навыки расчетов и исследовать влияния свободной поверхности жидкого груза на начальную остойчивость судна при различных формах танков и цистерн.

Теоретическая часть

Если жидкий груз заполняет цистерну полностью, т. е. цистерна запрессована, то в задачах статики он ничем не отличается от любого твердого груза той же массы. Однако если жидкий груз заполняет лишь часть цистерны и имеет свободную поверхность, то он получает возможность переливаться при наклонении судна. В результате этого изменяется форма жидкости в цистерне и перемещается центр тяжести судна, что отражается на его остойчивости.

Влияние свободных поверхностей в цистернах жидких грузов (топлива, мытьевой и питьевой воды, масла, а также жидкого балласта) на начальную поперечную остойчивость судна характеризуется поправочным моментом $M_{жс}$, который определяется по формуле

$$M_{жс} = \sum \gamma_{жс} \cdot i_x \quad (1)$$

где i_x – центральный момент инерции свободной поверхности жидкости в цистерне относительно продольной оси, m^4 ; $\gamma_{жс}$ – плотность жидкости в цистерне, t/m^3 .

В Информации об остойчивости рассчитаны значения $\gamma_{жс} \cdot i_x$ для всех цистерн судовых запасов и балласта (каждой цистерны, расположенной в диаметральной плоскости, и каждой пары цистерн правого и левого борта). Для каждого вида жидкости (мазут, дизельное топливо и т. п.) выделено одно наибольшее значение этой величины.

Суммируя все выделенные значения $\gamma_{жс} \cdot i_x$, получают так называемую расчетную комбинацию, т. е. сумму $\sum \gamma_{жс} \cdot i_x$, входящую в формулу (1). Изменение метацентрической высоты, возникающее в результате появления в какой-либо цистерне свободной поверхности жидкости, определяется следующим образом:

– определяется поправка к метацентрической высоте на влияние свободной поверхности:

$$\Delta h = - \frac{\Sigma \Delta m_h}{\Delta}$$

где: $\Sigma \Delta m_h$ – суммарная поправка к статическому моменту массы судна от влияния свободной поверхности.

Для отдельных цистерн $\Sigma \Delta m_h$ определяется по формуле

$$\Sigma \Delta m_h = \gamma_{жс} \cdot i_x$$

где i_x – центральный момент инерции свободной поверхности жидкости в цистерне относительно продольной оси, м⁴; $\gamma_{жс}$ – плотность жидкости в цистерне, т/м³.

i_x – определяется по формулам:

для прямоугольных цистерн:

$$i_x = \frac{lb^3}{12};$$

для поверхностей, имеющих форму треугольника (форпик, ахтерпик):

$$i_x = \frac{bl^3}{36};$$

для поверхностей, имеющих форму трапеции:

$$i_x = \frac{b_1^2 + 4b_1b_2 + b_2^2}{36(b_1 + b_2)} \cdot l^3$$

где: l – длина отсека; b – ширина отсека; b_1, b_2 – ширина носовой и кормовой части цистерны; l и b – снимаются с чертежа.

В соответствии с требованиями Правил Регистра поправка рассчитывается только на цистерны, для которых:

$$\Sigma \Delta m_h > 0,01 \Delta_{\min}, \text{ где } \Delta_{\min} \approx \Delta_0$$

ХОД РАБОТЫ

Расчеты производятся в следующей последовательности:

– составляется расчетная комбинация из цистерн каждого вида жидкого груза. Для этого составляется таблица, в которую заносят цистерны по каждому виду груза или топлива с указанием их характеристик (табл. 7.1).

Т а б л и ц а 7.1

Поправки на влияние свободной поверхности

№	Наименование цистерны	Длина l , м	Ширина, b , м	Момент инерции, i_x , м ⁴	Поправка Δm_h , тм
1	Танк № 1				
				Σi_x	$\Sigma \Delta m_h$

– определяется поправка к поперечной метацентрической высоте, м:

$$\Delta h = - \frac{\Sigma \Delta m_h}{\Delta}$$

– определяется исправленное значение метацентрической высоты, м:

$$h_{исп} = h + \Delta h$$

где, кроме приведенных выше обозначений, i_y – центральный момент инерции свободной поверхности жидкости в цистерне относительно поперечной оси, м⁴.

Для танкеров учитывается влияние свободной поверхности всех танков

ЗАДАНИЕ 1

1.1 Определить поправку к поперечной метацентрической высоте, определить исправленное значение метацентрической высоты транспортного рефрижераторного судна для перевозки охлаждаемых грузов, рыбной муки в мешках, рыбьего жира, а также доставки топлива, смазочного масла, питьевой воды, провизии, снабжения, упаковочного материала промысловым судам.

1.2 Установить дополнительные продольные переборки в танках: № 1.8, № 1.9, № 1.11, № 1.12, определить поправку к поперечной метацентрической высоте, определить исправленное значение метацентрической высоты. Сравнить результаты расчетов, сделать заключение по полученным результатам.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Водоизмещение судна $\Delta_0 = 17375,0$ т;

Длина между перпендикулярами $L = 142,0$ м;

Ширина судна $B = 22,2$ м;

Осадка $d = 8,307$ м;

Аппликата метацентра $Z_m = 9,37$ м;

Аппликата центра тяжести $Z_g = 8,57$ м.

Балластные танки: – в форпике № 1.1 имеют форму треугольника;

– в форпике № 1.2, №1.3 имеют форму трапеции.

Балластные танки: №1.4; 1,5;1,6; 1,7 – имеют форму трапеции.

Балластные танки: №1.8, 1.9 – имеют прямоугольную форму.

Размеры балластных танков и плотность груза приведены в табл. 7.2–7.5.

Т а б л и ц а 7.2

Балластные танки

НАИМЕНОВАНИЕ	ДЛИНА l , м	ШИРИНА b , м	ПЛОТНОСТЬ ГРУЗА $\gamma_{ж}, m / m^3$
ТАНК 1.1 Форпик	9,6	12,8	1,025
ТАНК 1.2 ПрБ	8,2	b ₁ 5,1 b ₂ 7,7	1,025
ТАНК 1.3 ЛБ	8,2	b ₁ 5,1 b ₂ 7,7	1,025
ТАНК 1.4 ПрБ	17,2	b ₁ 2,0 b ₂ 5,1	1,025
ТАНК 1.5 ЛБ	17,2	b ₁ 2,0 b ₂ 5,1	1,025
ТАНК 1.6 ПрБ	16,5	b ₁ 5,1 b ₂ 6,8	1,025
ТАНК 1.7 ЛБ	16,5	b ₁ 5,1 b ₂ 6,8	1,025
ТАНК 1.8 ПрБ	14,4	7,7	1,025
ТАНК 1.9 ЛБ	14,4	7,7	1,025

Топливные танки: преимущественно расположены в средней части судна и имеют прямоугольную форму – с № 1.10 по танк № 1.22 включительно. Груз находящийся в указанных танках имеет одинаковую плотность.

Т а б л и ц а 7.3

Танки, содержание тяжелое топливо

НАИМЕНОВАНИЕ		ДЛИНА l , м	ШИРИНА b , м	ПЛОТНОСТЬ $\gamma_{ж}, \text{т} / \text{м}^3$
ТАНК 1.10	ПрБ	11	10,2	0,92
ТАНК 1.11	ЛБ	11	10,2	0,92
ТАНК 1.12 перелива	ЛБ	5,5	6,0	0,92
ТАНК 1.13	ДП	3,0	6,8	0,92
ТАНК 1.14	ПрБ	3,0	7,7	0,92
ТАНК 1.15	ЛБ	3,0	7,7	0,92
ТАНК 1.16	ПрБ	7,5	6,8	0,92
ТАНК 1.17	ЛБ	7,7	6,8	0,92
ТАНК 1.18 отстойный	ПрБ	3,4	2,0	0,92
ТАНК 1.19 отстойный	ПрБ	3,4	2,0	0,92
ТАНК 1.20 расх.кот.топ.	ПрБ	3,4	2,0	0,92
ТАНК 1.21 расходный	ПрБ	3,4	2,0	0,92
ТАНК 1.22 расходный	ДП	3,4	2,0	0,92

Танк дизельного топлива № 2.1 имеет прямоугольную форму, танки № 2.2, № 2.3 имеют форму трапеции.

Т а б л и ц а 7.4

Танки, содержащие дизельное топливо

НАИМЕНОВАНИЕ		ДЛИНА l , м	ШИРИНА b , м	ПЛОТНОСТЬ $\gamma_{ж}, \text{т} / \text{м}^3$
ТАНК 2.1	ПрБ	4,8	11,0	0,86
ТАНК 2.2	ПрБ	22,6	b ₁ 9,4 b ₂ 5,1	0,86
ТАНК 2.3	ЛБ	20,6	b ₁ 9,4 b ₂ 6,0	0,86

Танки № 4.2, № 4.3, № 4.4, № 4.7 содержащие пресную воду имеют форму трапеции, танк № 4.6 прямоугольную форму.

Танки, содержащие пресную воду

НАИМЕНОВАНИЕ		ДЛИНА l , м	ШИРИНА b , м	ПЛОТНОСТЬ $\gamma_{ж}$, т / м ³
ТАНК 4.2	Пр.Б	6,9	b ₁ 5,1 b ₂ 3,2	1,0
ТАНК 4.3	ЛБ	6,9	b ₁ 5,1 b ₂ 3,2	1,0
ТАНК 4.4	Пр.Б	6,1	b ₁ 6,0 b ₂ 4,3	1,0
ТАНК 4.6	ЛБ	3,4	6,0	1,0
ТАНК 4.7	ЛБ	5,5	b ₁ 4,3 b ₂ 3,2	1,0

ЗАДАНИЕ 2

Определить влияние свободной поверхности в двух расположенных в междудонном пространстве балластных цистернах (они не запрессованы) на остойчивость судна. Размеры цистерны:

Водоизмещение судна $\Delta = 17375,0$ т

Длина между перпендикулярами $L = 142,0$ м

Ширина судна $B = 22,2$ м

Осадка $d = 8,307$ м

Ширина от борта до вертикального киля $b = 0,5B$ м

длина цистерн $l = 25$ м;

угол дифферента $\varphi = 0,5^\circ$;

Балласт – забортная вода $\gamma_{ж} = 1,025$ т/м³

В случае наличия свободной поверхности в танках или цистернах, когда последние не заполнены, при крене судна имеет место перемещение жидкого груза и возникновение момента сил, влияющего на поперечную и продольную метацентрические высоты h , H соответственно. Изменение метацентрических высот является мерой поперечной и продольной остойчивости судна.

Изменение поперечной метацентрической высоты определяется по формуле:

$$\Delta h = k \cdot \left(\frac{\gamma_{ж}}{\gamma} \cdot \frac{i_x}{V} \right),$$

где Δh – изменение поперечной метацентрической высоты, м;

$\gamma_{ж}$ – плотность жидкости в цистернах, т/м³;

γ – плотность морской воды (в нашем случае плотность морской воды и балластной жидкости в цистернах одинаковы);

i_x – момент инерции сечения цистерн в поперечном направлении;

V – водоизмещение, м³, величина, принимаемая из задания 1;

$K = 2$ – количество цистерн.

Осадки носом и кормой определяются по формулам:

$$d_n = d + \frac{L}{2} \cdot \varphi; \quad d_k = d - \frac{L}{2} \cdot \varphi,$$

где d_n, d_k – осадки носом и кормой, м;

L – длина судна расчетная, м;

φ – угол дифферента.

Разница осадки рассчитывается по формуле:

$$\Delta d = |d_n - d_k|,$$

где Δd – разница осадки, м;

d_n – осадка носом, м;

d_k – осадка кормой, м.

Разница осадки определяется по абсолютной величине:

Относительный дифферент определяется как:

$$d = \frac{\Delta d}{L},$$

где d – относительный дифферент, %;

Δd – разница осадки, м;

L – длина судна расчетная, м.

Изменение продольной метацентрической высоты определяется по формуле:

$$\Delta H = -k \cdot \left(\frac{\gamma_{жс}}{\gamma} \cdot \frac{i_y}{V} \right),$$

где ΔH – изменение продольной метацентрической высоты, м;

i_y – момент инерции танка в продольном направлении.

Моменты инерции рассчитываются:

$$i_x = \frac{l \cdot b^3}{12}; \quad i_y = \frac{l^3 \cdot b}{12},$$

где b – ширина цистерны, м ;

l – длина цистерны в метрах, м.

Исправленные значения метацентрических высот определяются по формулам:

$$h_{исп} = h + \Delta h,$$

(h – принять равной 1,1 м)

$$H_{исп} = H + \Delta H,$$

(H – принять равной 204 м)

По результатам расчетов проанализировать влияние свободной поверхности на метацентрические высоты. Сделать выводы о ее влиянии на остойчивость судна в продольном и поперечном направлении, выразив ее изменение в %:

$$\frac{\Delta h}{h} \cdot 100\% \text{ и } \frac{\Delta H}{H} \cdot 100\%$$

Контрольные вопросы:

- 1 Перечислите Требования к остойчивости наливных судов
- 2 Перечислите формы отсеков, в которых может перевозиться жидкий груз или балласт?
- 3 Как уменьшить влияния свободной поверхности жидкости?
- 4 Для какого случая загрузки жидкий груз регламентируется как твердый?

8 РЕГИСТРОВАЯ ВМЕСТИМОСТЬ СУДНА

Цель практического занятия: привить практические навыки расчетов, навыки работы с нормативной документацией и конструктивными чертежами.

Теоретическая часть

В работе выполняется предварительный расчет вместимости судна для использования полученных значений валовой вместимости при выборе оборудования, снабжения.

Расчет вместимости выполняется в соответствии с «Правилами обмера морских судов» РС, 2016 г. (в дальнейшем – Правил РС). Обмер судна заключается в определении его вместимости, состоящей из валовой и чистой вместимости.

Валовая вместимость означает величину наибольшего объема судна, определенную в соответствии с положениями Правил РС.

Чистая вместимость означает величину полезного объема судна, определенную в соответствии с положениями Правил РС.

Размеры для вычисления объемов определяются путем замеров, выполненных по электронной версии чертежа «Общее расположение» с использованием системы автоматизированного проектирования, например, AutoCAD, nanoCAD и др.

Все объемы, включенные в расчет валовой и чистой вместимости, должны измеряться независимо от установленной изоляции, зашивки и других подобных конструкций до внутренней стороны обшивки корпуса или обшивки судовых конструкций, расположенных вне корпуса, на судах, построенных из других материалов.

Величины вместимости должны приводиться в целых числах (значения, получаемые после запятой, отбрасываются) без указания размерности.

Все измерения, выполняемые при вычислении объемов, должны производиться с точностью и с округлением до сантиметра.

Объем должен вычисляться общепринятыми для рассматриваемого пространства методами с точностью до второго знака после запятой.

Закрытые пространства, расположенные выше верхней палубы, выступающие части и пространства, открытые воздействию моря, объемом не превышающие 1 м³, не обмеряются.

Объемы выступающих частей должны быть включены в общий объем. К выступающим частям относятся:

- бульбы,
- обтекатели,

– выкружки гребных валов и другие подобные конструкции, являющиеся несъемными корпусными конструкциями.

Объем (V) определяется по формуле

$$V = L \cdot B \cdot H$$

где L – длина объекта, м;
 B – ширина объекта, м;
 H – высота объекта, м.

$$\Sigma \Delta m_h > 0,01 \Delta_{\min}, \text{ где } \Delta_{\min} \approx \Delta_0$$

ХОД РАБОТЫ

Расчеты производятся в следующей последовательности:

- определяются главные размерения судна в соответствии с требованиями Правил РС;
- определяются объемы расчетных пространств;
- определяются объемы всех закрытых пространств;
- определяется валовая вместимость;
- определяются объемы грузовых пространств;
- определяется чистая вместимость судна.

ЗАДАНИЕ

Выполнить предварительный расчет вместимости судна в соответствии с Правилами РС.

1 Определить главные размерения судна в соответствии с требованиями Правил РС.

2 Определить объемы расчетных пространств судна.

3 Определить объемы всех закрытых пространств судна.

4 Выполнить расчет валовой вместимости судна.

5 Определить объемы грузовых пространств.

6 Выполнить расчет чистой вместимости судна.

В работе:

- прорисовываются схемы разбивки пространств неопределенной формы на простейшие фигуры;
- вычисление объемов записывается при помощи стандартных математических формул.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

Длина между перпендикулярами $L = 64,8$, м

Ширина судна $B = 25,8$, м

Высота борта $H = 5,4$, м

Осадка $d = 2,67$, м

Объем корпуса под ВП $V_1 = 8373,61$, м³

Размеры объемов определялись с конструктивного чертежа «Общего расположения судна» и сведены в табл. 8.1.

Т а б л и ц а 8.1

Сводные данные по объемам обмеряемых помещений

Наименование объема	Обозначение	Размеры, м
Якорные ниши		
Носовая якорная ниша	V_2	3,04 x 1,52 x 2,4
Кормовая якорная ниша	V_3	$V_{3.1} - 0,47 \times 2,00 \times 2,39$ $V_{3.2} - 0,61 \times 2,39 \times 2,00$ $V_{3.3} - 0,86 \times 0,302 \times 2,00$ $V_{3.4} - 1,11 \times 0,12 \times 2,00$
Якорные клюзы		
Носовой якорный клюз	V_4	радиус 0,265, высота 1,93
Кормовой якорный клюз	V_5	радиус 0,24, высота 1,712
Кингстонные ящики		
Днищевой кингстонный ящик	V_6	3,60 x 1,20 x 1,50
Бортовой кингстонный ящик	V_7	2,40 x 1,50 x 1,80
Кормовая рубка	V_8	
Рубка на ВП (3 - 18 шп.)		$V_{8.1} 8,60 \times 14,40 \times 3,05$
Выступы на кормовой рубке		$V_{8.2} 2,75 \times 1,20 \times 3,05$
Рубка I яруса (0 - 18 шп.)	V_9	10,20 x 25,08 x 2,80
Рубка II яруса (0 - 13 шп.)	V_{10}	
0 - 3 шп.		$V_{10.1} 1,60 \times 13,20 \times 2,80$
3 - 13 шп.		$V_{10.2} 5,60 \times 22,80 \times 2,80$

Наименование объема	Обозначение	Размеры, м
Помещения на крыше рубки II яруса (6 - 10 шп.)	V_{11}	3,95 x 4,80 x 2,80
Носовая рубка		
Носовая рубка без рулевой рубки, поста управления (91 - 102 шп.)	V_{13}	$V_{13.1}$ 4,00 x 1,20 x 3,20 $V_{13.2}$ 3,75 x 3,376 x 3,20 $V_{13.3}$ 3,75 x 2,649 x 3,20 $V_{13.4}$ 0,95 x 1,436 x 3,20 $V_{13.5}$ 1,264 x 0,95 x 3,20 $V_{13.6}$ 1,264 x 2,426 x 3,20
Рулевая рубка (102 - 107 шп.)	V_{14}	2,60 x 12,00 x 4,00
Бортовой пост управления Пр.Б, ЛБ (102 - 105 шп.)	V_{15}	
Бортовой пост управления Пр.Б		$V_{15.1}$ 1,65 x 1,80 x 2,40
Бортовой пост управления ЛБ		$V_{15.1}$ 1,65 x 1,80 x 2,40
Тамбур схода (83 - 89 шп.)	V_{16}	3,38 x 1,40 x 2,55
Опорный барабан грузоподъемного устройства над ВП (83 - 91 шп.)	V_{17}	радиус 2,00, высота 1,20
Шахты газоходов (10 - 13 шп.)	V_{18}	
Объем шахты Пр.Б		$V_{18.1}$ 1,75 x 2,40 x 7,95
Объем шахты ЛБ		$V_{18.2}$ 1,75 x 2,40 x 7,95
Люки на верхней палубе	V	
Люк на ВП в районе (16 - 18 шп.) Пр.Б, ЛБ)		0,80 x 0,80 x 0,45
Люк на ВП в районе (29 - 31 шп.) Пр.Б, ЛБ		0,80 x 0,80 x 0,45
Люк на ВП в районе (78 - 80 шп.) ЛБ		0,80 x 0,80 x 0,45
Люк на ВП в районе (100 - 102 шп.) Пр.Б, ЛБ		0,80 x 0,80 x 0,45

Для вычисления объемов пространств неопределенной формы выполнена разбивка на элементарные объемы. На рис. 8.1 представлена схема разбивки кормовой якорной ниши на элементарные объемы. На рис. 8.2 представлена схема разбивки носовой рубки на элементарные объемы.

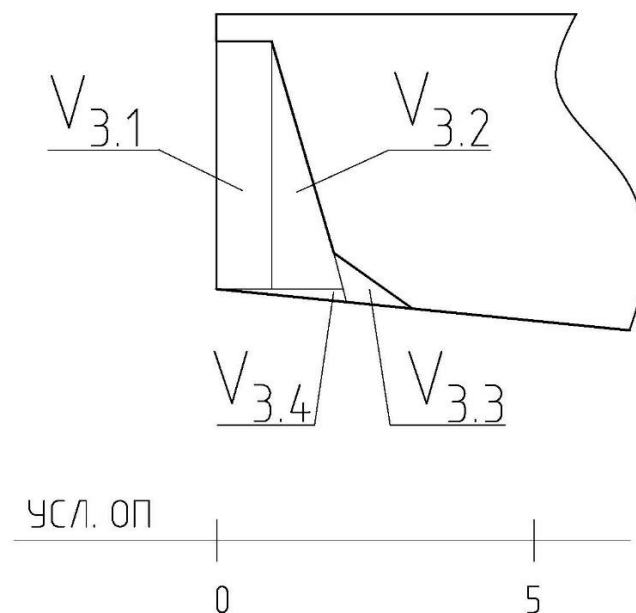


Рис. 8.1. Схема разбивки кормовой якорной ниши на элементарные объемы

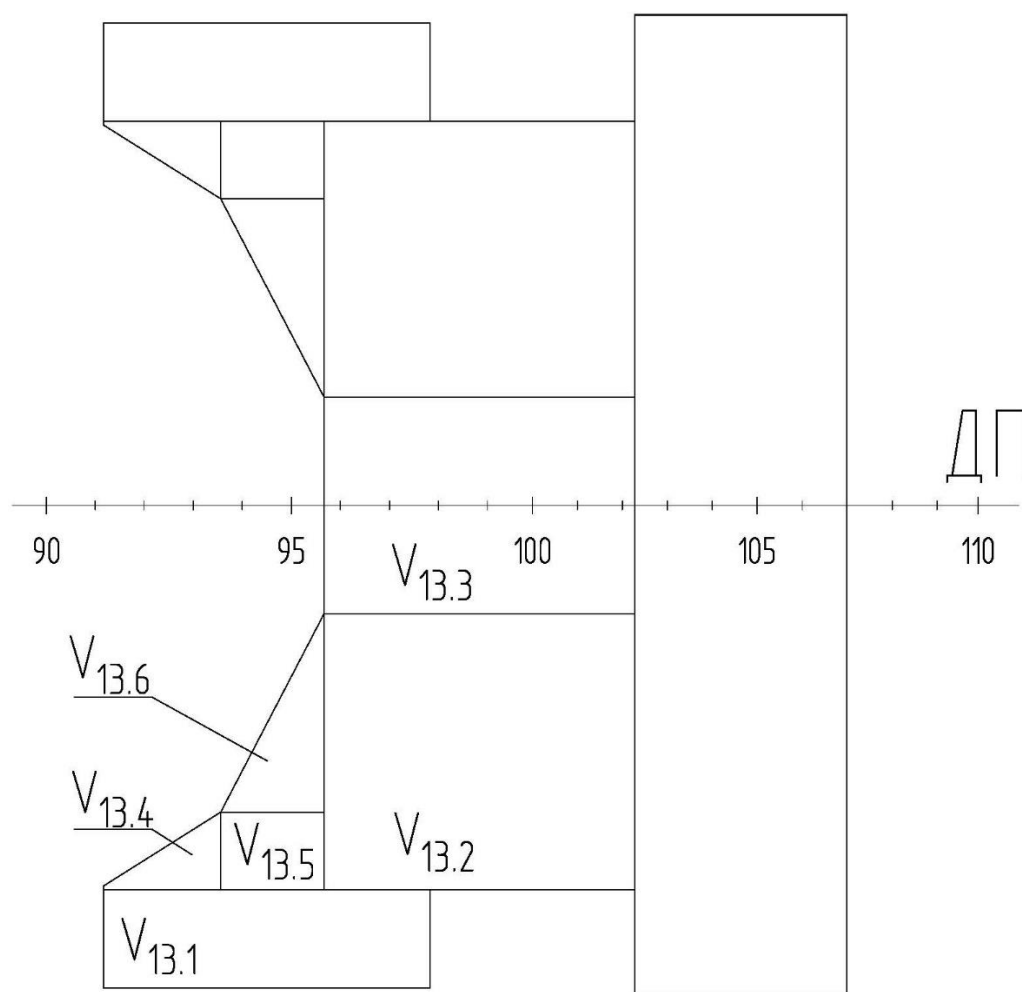


Рис. 8.2. Схема разбивки носовой рубки на элементарные объемы

8.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛАВНЫХ РАЗМЕРЕНИЙ СУДНА В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ПРАВИЛ РС

Главные размерения судна, согласно Правил РС, определяются в соответствии с:

- длина (п. 1.2.3 Правил РС)
- ширина (п. 1.2.6 Правил РС)
- теоретическая высота борта до верхней палубы в середине длины судна (п. 1.2.5 Правил РС)
- теоретическая осадка (п. 2.2.2 Правил РС).

8.2 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ

8.2.1 Объем корпуса под верхней палубой

Объем корпуса под ВП (верхней палубой) определяется путем пересчета с теоретического чертежа без учета толщины обшивки судна или с масштаба Бонжана.

8.2.2 Объем пространств, открытых воздействию моря

Согласно Правил РС п. 1.2.8.2 – пространство, открытое воздействию моря и погоды под вышележащим палубным настилом, не имеющим другого соединения с наружных сторон с корпусом судна, кроме стоек, необходимых для его поддержания.

В таком пространстве могут быть установлены открытые леера или фальшборты и навесной лист или поставлены стойки на борту судна, при условии, что расстояние между верхней кромкой лееров или фальшборта и навесным листом не менее 0,75 м или 1/3 высоты пространства, смотря по тому, что больше.

Стойки, необходимые для поддержания вышележащей палубы, и вертикальные ограждения не должны рассматриваться закрывающими или уменьшающими размер бортового отверстия. Перекладины, связывающие вертикальные ограждения, не следует рассматривать как леера.

Объемы пространств, открытых воздействию моря, исключаются из общего объема всех закрытых пространств, если они не используются для груза и/или целей балластировки.

Согласно п. 3.5 Правил РС к пространствам, открытым воздействию моря, относятся:

- якорные клюзы,
- кингстонные ящики,

- тоннели подруливающих устройств,
- слипы на рыболовных судах и другие подобные пространства в корпусе судна.

Для вычисления объемов пространств неопределенной формы выполнена разбивка на элементарные объемы.

На данном этапе определяется перечень помещений, относящихся к помещениям, открытым воздействию моря, их объем разбивается на простейшие фигуры и стандартными методами выполняются вычисления.

В результате определяется суммарный объем пространств, открытых воздействию моря.

8.2.3 Объемы выше верхней палубы

Верхней палубой является самая верхняя непрерывная палуба, подверженная воздействию моря и погоды, имеющая постоянные непроницаемые при воздействии моря закрытия всех отверстий на открытых ее частях, и ниже которой все отверстия в бортах судна снабжены постоянными средствами для водонепроницаемого закрытия.

К объемам, расположенным выше верхней палубы относятся:

- рубки;
- посты управления;
- прочие объемы на верхней палубе (бортовые посты управления, тамбуры схода, опорный барабан грузоподъемного устройства, шахты газоходов, люки).

Объем непроницаемых при воздействии моря стальных люковых закрытий коробчатого типа должен включаться в расчет общего объема.

8.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ВСЕХ ЗАКРЫТЫХ ПРОСТРАНСТВ

На данном этапе все расчеты должны быть сведены в таблицу.

В общий объем всех закрытых пространств не должны включаться:

- мачты, полумачты, краны, крановые опоры, опорные конструкции контейнеров, не имеющие доступа внутрь, расположенные над верхней палубой и отделенные со всех сторон от других закрытых пространств, а также вентиляционные шахты с площадью поперечного сечения не более 1 м², удовлетворяющие указанным условиям;
- швартовное и буксирное оборудование, лебедки, поворотные краны, грузоподъемные краны с ферменными конструкциями и другое подобное оборудование;

– подвижные краны, у которых опорные конструкции могут перемещаться вдоль или поперек судна.

Ниже представлена таблица для внесения сводных данных по объемам для определения объема всех закрытых пространств.

Т а б л и ц а 8.2

Сводная таблица объемов

№ пункта расчета	Наименование объема	Объем, м ³	Примечание
1.1	<i>Корпус под верхней палубой</i>		
1.3.1	<i>Кормовая рубка:</i>		
1.3.1.1	Рубка на ВП		
1.3.1.2	Рубка I яруса		
1.3.1.3	Рубка II яруса		
1.3.1.4	Помещения на крыше рубки II яруса		
	Итого объем кормовой рубки		
1.3.2	<i>Носовая рубка:</i>		
1.3.2.1	Носовая рубка (91-102 шп.)		
1.3.2.2	Рулевая рубка, пост управления (102-107 шп.)		
	Итого объем носовой рубки		
1.3.3	<i>Прочие объемы на верхней палубе:</i>		
1.3.3.1	Бортовой пост управления Пр.Б, ЛБ		
1.3.3.2	Тамбур схода		
1.3.3.3	Опорный барабан грузоподъемного устройства над верхней палубой		
1.3.3.4	Шахты газоходов Пр.Б, ЛБ		
	Итого прочие объемы на верхней палубе		
	Итого суммарный объем пространств		
1.2	Пространства открытые воздействию моря		
	Итого: общий объем всех закрытых пространств		

8.4 ВАЛОВАЯ ВМЕСТИМОСТЬ СУДНА

Валовая вместимость GT судна определена по следующей формуле

$$GT = K_1 \cdot V,$$

где V_1 – общий объем всех закрытых пространств на судне, м³;

$K_1 = 0.2 + 0.02 \log_{10} V$ (или берется из таблицы приложения Правил РС).

8.5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА ГРУЗОВЫХ ПРОСТРАНСТВ

Грузовыми пространствами, учитываемыми при вычислении чистой вместимости, являются закрытые пространства, приспособленные для перевозки груза, который должен выгружаться с судна, при условии, что эти пространства были учтены при вычислении валовой вместимости.

Цистерны, постоянно установленные на верхней палубе, оборудованные съемными патрубками для соединения с грузовой системой или газоотводной магистралью судна, должны включаться в расчет общего объема грузовых пространств.

Объемы танков, выделенных для чистого балласта, не должны включаться в объем грузовых пространств, если танки не используются для груза.

Танки изолированного балласта не должны использоваться для перевозки любого груза или для хранения судовых запасов и не учитываются в объеме грузовых пространств.

Объемы провизионных помещений для экипажа или пассажиров, а также помещений для хранения под таможенной пломбой товаров, принадлежащих экипажу, не должны включаться в объем грузовых пространств.

Согласно п. 1.2.10 Правил РС расчет объема грузовых пространств V_c не выполнялся. Так как в данной работе в качестве расчетного проекта используется плавкран, а на плавкране не предусмотрены грузовые пространства, учитываемые при вычислении чистой вместимости.

8.6 ЧИСТАЯ ВМЕСТИМОСТЬ СУДНА

Так как общий объем грузовых пространств V_c не определялся, следовательно, расчетная величина чистой вместимости NT будет равна нулю.

Чистая вместимость судна NT принимается согласно п. 2.2.1 Правил РС и не должна быть меньше $0.3GT$

$$NT = 0.3GT,$$

где GT – валовая вместимость судна.

9 ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ. ОЗНАКОМЛЕНИЕ

Цель практического занятия (цель курсовой работы): привить практические навыки расчетов нанесения марок углубления на корпус судна, навыки работы с рабочими чертежами и оформление рабочих чертежей.

Теоретическая часть

Историческая справка и обоснование необходимости проектирования и строительства плавучих кранов

Работа будет выполнена для судов технического флота – несамоходных плавучих кранов различной грузоподъемности.

Плавучие краны относятся к техническому флоту и являются основными морскими средствами для выполнения грузоподъемных, монтажных и перегрузочных операций. По данным на 2017 г. только в Российской Федерации эксплуатируется 1200–1300 таких технических средств. Возраст некоторых из них превышает 60 лет.

В конце XIX века и начале XX века в крупнейших портах России – Санкт-Петербурге, Кронштадте, Севастополе, Одессе и других портах, а также на крупнейших судостроительных заводах эксплуатировались портовые плавкраны г/п 100 т и выше. Они использовались для перегрузки тяжеловесов, особенно военных грузов, монтажных и специальных работ. Плавкраны были единичной постройки и по единичным проектам, чаще всего по проектам верфей. Конструкции подобных плавкранов достаточно полно описаны в монографиях немецких ученых [2, 6] и монографии Н.Ф. Воеводина [5].

В конце XIX века Россия приступила к строительству серии эскадренных броненосцев, крейсеров, имеющих башенные артиллерийские установки. Постройка этих кораблей, их обслуживание и ремонт требовали применения специальных грузоподъемных устройств. Поэтому в начале 1890 года Морским министерством был сделан заказ для Севастопольского порта на строительство несамоходного плавучего крана г/п 100 т с неповоротной стрелой и гидравлическим приводом. Его плавучее основание – понтон строился на Севморзаводе (тогда Лазаревское адмиралтейство). На этом же заводе производилось оборудование понтона, изготовление и установка судовых механизмов. Металлический завод С.-Петербурга должен был поставить и смонтировать верхнее строение со всеми приводами и провести испытания плавкрана [10].

В начале 1891 г. на Севморзаводе (г. Севастополь) был спроектирован и построен плавкран г/п 100 т, несамоходный, с неповоротной стрелой и гидравлическим приводом. Понтон имел размеры $L \times B = 51,8 \times 18,3$ и осадку

3,5 м. Высота подъема груза составляла 21 – 36,6 м, вылет в нос 21,4 м. Плавкран 60 лет проработал в Севастопольском порту [15].

Кран с качающейся стрелой г/п 60 т был построен в 1904 г акционерным обществом Краматорских заводов для Рижского порта [15].

В 1934 году на Усть-Ижорском заводе была построена серия из 10 универсальных плавкранов г/п 1,5 т. Верхнее строение перемещалось по понтону. Следующая серия таких кранов, 15 универсальных плавкранов получивших название «Ижорец», была построена на Волге в 1936 году [10].

В 1940 г. были выпущены еще две серии плавкранов Нагатинским заводом г/п 2 т и заводом Январского восстания г/п 3 т.

В период 1943-1945 гг. в СССР поставлялись краны из США – «Клайд» г/п 15 т и «Виолет» г/п 10 т.

В 1945 г. на заводе «Старый бурлак» (г. Пермь) начато серийное строительство плавкранов г/п 1,5 т, в 1953 г. – плавкранов г/п 5 т, которые затем были переданы на завод «Нижегородский Теплоход», г. Бор. В 1964 – 1972 гг. данный завод построил 21 единицу плавучих кранов г/п 15 т.

В 1950 г. Севморзавод получил заказ на постройку плавучего крана грузоподъемностью 50 т. Кран имел понтонное основание, был самоходным, верхнее строение было полноповоротным и изготавливалось Ленинградским ПТО имени С.М. Кирова [10].

В 1954 г. заводом подъемно-транспортного оборудования им. С.М. Кирова (г. Ленинград) была построена серия плавкранов г/п 10 т для строительства Каховской ГЭС.

Речные плавкраны г/п 3 т строились на заводах в городах Калач-на-Дону, Барнауль, Архангельск, Красноярск.

С конца 40-х годов завод «Красные баррикады» (Астраханская обл.) построил 117 самоходных плавкранов г/п 5 т.

На заводе «Красное Сормово» в г. Горьком и на Сталинградском судостроительном заводе на базе речных судов типа «Большая Волга» было построено 26 крановых судов с размерениями $L \times B \times D = 90 \times 13 \times 4$ м. На палубе установили по два неполноповоротных крана грузоподъемностью по 40 т. Корпуса этих судов дополнительно подкрепили накладными листами для обеспечения прочности. Палубы приспособили для размещения бурильных и обсадных труб и различных металлоконструкций.

Одновременно, с той же целью, на судостроительном заводе «Красные Баррикады» был размещен заказ на строительство малых крановых судов размерениями $L \times B \times D = 45 \times 14 \times 3,2$ м с краном грузоподъемностью 25 т, построено 12 единиц.

В 50-е гг. в корпусах морских барж были созданы крановые морские суда типа «Орджоникидзе-нефть» с краном грузоподъемностью 50 т, «Азербайджан» с краном «Драво» грузоподъемностью 60 т, а также «50 лет КПСС» (рис. 9.1) катамаранного типа с краном «Ганц» грузоподъемностью 100 т. Все эти суда были несамоходными.

Ниже приведены в качестве примера (с техническими характеристиками) крановое судно и плавучий кран.

Тип судна – крановое судно из двух спаренных лагом, с помощью жестко соединенного моста, морских несамоходных барж проекта 480, с установленным в трюме левой баржи, вместе со своим понтоном, венгерским плавучим краном «Ганц» г/п 100 т.

Назначение судна – перевозка и установка в море на глубину 24 м металлоконструкций глубоководных оснований буровых вышек весом до 100 т и длиной до 46 м.

В табл. 9.1 приведена общая информация по крановому судну.

Т а б л и ц а 9.1

Крановое судно «50 лет КПСС»

Грузоподъемность	Количество	Года постройки	Места эксплуатации
100 т	1	1954	Каспийское море

Автор проекта – ЦКБ «Вымпел».

Место постройки – завод имени «Парижской Коммуны» МР и МФ в г. Баку.

Характеристики:

длина габаритная	103,5 м;
ширина на миделе	35,1 м;
высота борта на миделе	5,0 м;
вылет крана за борт	
при максимальной грузоподъемности	11,0 м;
высота подъема груза от ВЛ	28,0 м.

Проектирование плавкранов для работы в морских портах, нужд Военно-Морского флота и морских нефтяников планомерно не проводилось и было рассредоточено по нескольким организациям.



Рис. 9.1. Крановое судно «50 лет КПСС» с краном г/п 100 т

Проектированием плавкранов как плавучих объектов занималась, в основном, организация п/я 67 в г. Горьком (ныне – ЦКБ «Вымпел», г. Нижний Новгород), однако, это направление составляло только небольшую часть ее работ. Разработка верхних строений велась в КБ завода подъемно-транспортного оборудования им. С.М. Кирова в г. Ленинграде (ПТО им. С.М. Кирова), а электроприводом верхних строений занималось КБ завода «Динамо», г. Москва. По проекту ЦКБ «Вымпел» на Севастопольском морском заводе было построено в 1953 – 61 гг. четыре плавкрана грузоподъемностью 771 г/п 50 т. Главный конструктор – Губанов В.Е. Эти плавкраны были предназначены для работы в закрытых портах и поставлялись ВМФ (рис. 9.2).



Рис. 9.2. Плавкран пр. 771 с краном г/п 50 т

Также по проекту ЦКБ «Вымпел» на Севастопольском морском заводе было построено 4 плавкрана пр. 1505 «Север» г/п 50 т для Военно-Морского

Флота, которые могли не только перегружать, но и транспортировать специальные виды вооружения Главный конструктор – Губанов В.Е.

На сегодняшний день транспортная система России характеризуется развитой транспортной сетью, одной из наиболее обширных в мире и включающей в себя 70 тыс. км магистральных нефти – и продуктопроводов, свыше 140 тыс. км магистральных газопроводов, 115 тыс. км речных судоходных путей и множество морских трасс. В ней занято свыше 3,2 млн человек, что составляет 4,6 % работающего населения. Важной особенностью транспортной системы России является ее тесная взаимосвязь с производством. Транспортная система России имеет сложную структуру, она включает несколько подсистем, в том числе морскую и речную, трубопроводы и др., каждая из которых состоит из основных элементов: инфраструктуры, транспортных средств и управления. Современное состояние транспортной системы характеризуется низким техническим уровнем производственной базы большинства предприятий и износом подавляющего большинства транспортных средств, что приводит к снижению безопасности их работы. Также существует Арктическая морская транспортная система, которая включает в себя транспортный, ледокольный и вспомогательный флот, морские порты и другие объекты берегового хозяйства.

Современный порт не может обойтись без плавучих кранов, особенно это относится к развивающимся регионам, где погрузочные мощности не соответствуют постоянно увеличивающемуся грузопотоку, с инвестициями, необходимыми для промышленного развития этой отрасли. Плавучие краны сами по себе могут быть миниатюрным «плавучим портом» и сами решать проблему регионов, где нет портов, могут участвовать и в сооружении причалов.

В ближайшие десятилетия гражданское судостроение России будет связано главным образом с добычей и транспортировкой жидких углеводородов Арктики и Дальнего Востока.

По оценкам крупнейших компаний, имеющих ресурсы на шельфе Севера, Дальнего Востока и Каспия, освоение континентального шельфа потребует к 2030 г. создания технических средств для добычи и транспортировки до 100 млн. т нефти и до 200 млрд. куб. метров газа в год с необходимой инфраструктурой обслуживания.

Частью этого обслуживания являются плавкраны и крановые суда. У большей части эксплуатируемых на данный момент плавкранов, истекли проектные сроки эксплуатации, и они подлежат замене. А также для обеспечения растущих потребностей понадобятся плавкраны новой, перспективной конструкции, удовлетворяющие современным потребностям.

Плавучие краны широко применяются при погрузочно-разгрузочных, судоподъемных и аварийно-спасательных работах, гидротехническом строительстве, судостроении и судоремонте. Особая роль отводится плавкранам при освоении богатств шельфа морей и океанов, где они используются для строительства опорных оснований стационарных платформ, монтажа верхних строений, забивке свай и выполняют ряд других работ. А также для обеспечения нормальной эксплуатации технических сооружений на шельфе морей и океанов, так как они сочетают в себе функции для выполнения транспортно-монтажных, строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ. На 2017 г. только в Российской Федерации эксплуатируется более 1000 единиц технических средств (плавкранов и крановых судов). Возраст некоторых из них превышает 60 лет.

Надежные конструкции и низкие эксплуатационные расходы по праву делают плавучие краны лидером в отраслях, где требуется постоянная работа в трудных условиях. Кроме того, плавкраны широко используются при строительстве мостов, их реконструкции и капитальном ремонте. Использование крупнотоннажного плавучего крана позволяет возводить опоры и монтировать пролетное строение параллельно и крупными секциями, что создает возможность резко сократить сроки строительства. При реконструкции, разработка старых пролетных строений и установка новых с помощью плавучего крана могут быть выполнены в промежуток времени, исчисляемый часами, что сокращает прерывание движения по мосту. При сооружении мостов, других объектов в отдаленных районах, не имеющих строительной инфраструктуры, плавкран позволит построить грандиозное сооружение, не прерывая судоходство и не нарушая экологии.

Наиболее остро необходимость в новых плавучих кранах испытывают судостроительные заводы, которые применяют современную технологию крупноблочной постройки судов, морские нефтяники при строительстве стационарных платформ, военно-морской флот. Плавучие краны и крановые суда относятся к техническому флоту и являются основными морскими средствами для выполнения грузоподъемных, монтажных и перегрузочных операций. Во всех регионах РФ наблюдается дефицит плавучих кранов большой грузоподъемности (400–3500 т). Особенно это относится к акватории арктического шельфа РФ. Между тем, в недалеком будущем потребуются плавкраны для крупноблочного строительства и обустройства проектируемых месторождений (Каменномысское, Северо-Каменномысское, Обское, Семаковское и др.). Такие краны необходимы судостроительным заводам (АО «ПО «Севмаш», АО «Адмиралтейские верфи», АО «ДВЗ «Звезда» и др.) и портам.

Возобновление строительства тяжелых плавучих кранов в Российской Федерации является актуальной задачей, так как позволит упростить внедрение современных технологий на судостроительных заводах и обеспечит дополнительную загрузку отечественных предприятий, выпускающих материалы и комплектующее оборудование, что в полной мере соответствует действующей государственной программе импортозамещения в России до 2020 года. Государственная программа «Развития промышленности и повышение ее конкурентоспособности» утверждена постановлением Правительства от 15 апреля 2014 года № 328. Разработана стратегия развития транспортного машиностроения на период до 2030 года (Распоряжение от 17 августа 2017 года № 1756-р), судостроения (приказ Минпромторга России от 31 марта 2015 г. № 661) целью, которых является создание условий для динамичного развития российского транспортного машиностроения, для обеспечения потребностей транспортного комплекса России в экономической, высокоэффективной технике, диверсификации экспортного потенциала страны, для оптимизации структуры экономики и развития стратегических отраслей. А также для преодоления критической зависимости от зарубежных технологий и промышленной продукции. На сегодняшний день страна ввозит комплектующих: для тяжелого машиностроения – 70 %, гражданского авиастроения – 80 %. В нефтегазовой отрасли используется 60 % оборудования иностранного производства, в энергетике – 50 %. В 2015 году импортозамещение стартовало в важнейших сферах реального сектора. Работа ведется одновременно по двум направлениям: стимулирование национальной промышленности и ограничивающе-запретительные меры по ввозу.

В составе каждого проектируемого плавучего крана должны предусматриваться:

- понтон с грузовыми площадками, производственными, жилыми, служебными помещениями;
- судовое оборудование, в том числе:
 - электроэнергетическая установка с обслуживающими системами;
 - общесудовые и специальные устройства;
 - общесудовые системы;
 - антикреновая система;
 - электрооборудование;
 - средства автоматизации, навигации, сигнализации и связи;
 - вспомогательное оборудование;
 - основное грузоподъемное устройство;
 - вспомогательные грузоподъемные механизмы;
 - швартовные и якорные устройства.

В курсовой работе рассматривается морской несамоходный плавучий кран с корпусом понтонного типа, имеющим носовой подрез и кормовой подзор, с носовым расположением полноповоротного грузоподъемного устройства и рулевой рубки/поста управления, с грузовой площадкой в средней части верхней палубы, кормовым размещением МО и кормовой рубки с жилыми, общественными/служебными и вспомогательными помещениями. Плавкран оснащен средствами активного управления – винто-рулевыми колонками, расположенными в носу и в корме. Предназначен для выполнения всех видов судостроительных грузоподъемных работ и транспортировки грузов на верхней палубе в порту, а также в прибрежных и морских районах R3 в границах, установленных Регистром.

ХОД РАБОТЫ

9.1 Заполнить ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ на курсовую работу установленного образца (рис. 9.3).

9.2 Заполнить лист за ЗАДАНИЯ установленного образца (рис. 9.4)

Основные технические характеристики плавкранов для выполнения курсовой работы:

Вариант 1

Плавкран г/п 400 тонн:

Длина – не более 65 м;

Ширина – не более 26 м;

Осадка – не более 3,0 м.

Максимальная грузоподъемность:

– не менее 400 т при высоте подъема 60 м;

– 240 т при высоте подъема 70 м и вылете стрелы 25 м от борта.

Вариант 2

Плавкран г/п 700 тонн.

Длина – не более 75 м;

Ширина – не более 35 м;

Осадка – не более 5,0 м.

Максимальная грузоподъемность:

– 700 т при вылете стрелы 10 м от носа.

Номинальная грузоподъемность:

– не менее 550 т при высоте подъема 60 м, вылете стрелы 20 м от носа и 10 м от борта.

9.3 Разработать и заполнить календарный план в соответствии с формой (рис. 9.5).

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Морской институт
Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

Специальность 26.05.01 Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники

Специализация Проектирование и постройка судов и объектов океанотехники

Курс _____ Группа _____ Семестр _____

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине

Проектирование судов (кораблей) различного назначения
(название дисциплины)

на тему: _____

Выполнил: обучающийся
группы _____

(инициалы, фамилия)
« _____ » _____ 20 ____ г.

Научный руководитель:

(инициалы, фамилия)
« _____ » _____ 20 ____ г.

Оценка: _____

« _____ » _____ 20 ____ г.

Севастополь
20 ____

Рис. 9.3. Пример оформления титульного листа курсовой работы

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Название этапов выполнения курсовой работы	Срок выполнения этапов работы	Примечание
	Введение.		
1.	Характеристика корпуса судна (основные особенности выбранного типа судов).		
2.	Определение, осадки, крена, дифферента, размеров (горизонтального килля, приварного бруса и размеров горизонтального килля), кранцевой защиты.		
3.	Определение установочных размеров марок углублений на миделе и в оконечностях.		
4.	Определение контрольных линий кромки форштевня и ахтерштевня.		
5.	Определение координаты расположения марок углубления по длине судна и высоте.		
6.	Разработка чертежа марок углубления (чертеж формата А1).		
7.	Проработка узлов нанесения марок углубления относительно контрольных линий (чертеж формата А1 / А2).		
8.	Разработка спецификации для определения количества единиц и массы материала для изготовления цифр. Определение массы наплавленного металла.		
	Основные результаты и выводы по выполненной работе.		

Обучающийся _____
(фамилия, инициалы) _____
(подпись)

Руководитель курсовой работы _____
(фамилия, инициалы, должность) _____
(подпись)

« _____ » _____ 20 ____ г.

Рис. 9.5. Пример заполнения календарного плана

9.4 Ознакомиться с нормативной документацией.

Основным нормативным документом для выполнения курсовой работы является ОСТ 5Р.1192-95 «Марки углубления надводных судов. Знаки бульбовых образований и подруливающих устройств на корпусе судна. Правила и номы проектирования. Типы, основные размеры и технические требования».

Настоящий отраслевой стандарт распространяется на марки углубления и знаки бульбовых образований и подруливающих устройств проектируемых, модернизируемых и ремонтируемых надводных судов гражданского флота, а также на суда ВМФ, проектируемых по требованиям гражданских классификационных обществ.

Стандарт не распространяется на суда, имеющие длину между перпендикулярами менее 15,0 м, а также на стояночные суда и плавучие доки.

Стандарт устанавливает правила и нормы проектирования марок углубления, а также основные размеры цифр, букв и знаков бульбовых образований и подруливающих устройств, места установки, материал, способы крепления и нанесения на корпус судна, а также цветовое оформление знаков бульбовых образований и подруливающих устройств.

Марки углубления предназначены для определения осадки судна, наносятся на наружной обшивке обоих бортов судна в районе форштевня, ахтерштевня и на мидель-шпангоуте.

Марки углубления отмечаются арабскими цифрами высотой 10 см (расстояние между основаниями цифр 20 см) и определяют расстояние от действующей ватерлинии до нижней кромки горизонтального киля.

До 1969 года марки углубления на левом борту наносили римскими цифрами, высота которых равнялась 6 дюймам. Расстояние между основаниями цифр равно 1 футу (1 фут = 12 дюймам = 30,48 см; 1 дюйм = 2,54 см).

Для арабских единицы измерения – метр, для римских – фут. Один фут содержит 12 дюймов, 1 дюйм равен 25,4 мм, 1 фут равен 30,48 см.

Марки углубления, изображаемые арабскими цифрами, имеют два варианта написания. Первый – это числа, показывающие только дециметры осадки. Второй – числа, указывающие количество полных метров осадки, а между ними числа 20, 40, 60, 80, обозначающие сантиметры. Высота цифр и расстояние между ними по высоте равна 10 см.

Марки углубления наносятся с обоих бортов судна: в носу вблизи форштевня, на миделе и в корме (несколько впереди ахтерштевня). Причем они могут наноситься и арабскими и римскими цифрами на разных бортах, без строгой системы, например, «арабские только на правом или левом борту». На марках углубления осадка наносится от нижней кромки киля, а не от основной плоскости.

Линия соприкосновения корпуса судна с водой (фактическая ватерлиния) в местах пересечения марок углубления на носу даст осадку носом, в середине судна – осадку на миделе, а на корме – осадку кормой. Снятие осадок носом, на миделе, кормой производится с обоих бортов судна с максимально возможной точностью с причала или с катера.

В случае если марки углубления на миделе отсутствуют или не читаемы, специальной стальной рулеткой замеряется высота действующего надводного борта (от верхней кромки линии главной палубы до воды). Из официальных судовых документов выбирают значение надводного борта относительно летней грузовой марки и осадку по эту марку. Эти две величины складывают и получают высоту борта в районе миделя. Далее необходимо вычесть из нее измеренную величину надводного борта. В итоге получается осадка судна на миделе. Эта операция производится с обоих бортов и затем осредняется. При волнении моря необходимо определить среднюю величину амплитуды омывания водой каждой марки углубления, которая и будет являться фактической осадкой судна в данном месте.

Например, амплитуда волны от 5,00 м до 5,40 м. Тогда фактическая осадка $d = (5,00 + 5,40) / 2 = 5,20$ м.

Если невозможно снять осадки с обоих бортов, то они снимаются с марок углубления на носу, миделе, корме с одного борта. Осадка на каждой марке углубления недоступного борта рассчитывается по формуле

$$d_{yc} = d + B / 2 \operatorname{tg} \Theta$$

d_{yc} – усредненная осадка;

d – снятая осадка;

B – поперечное расстояние между марками углубления правого левого бортов (снимается с чертежа общего вида судна);

Θ – угол крена судна (снимается с кренометра, находящегося на ходовом мостике или в машинном отделении); знак поправки отрицателен, если крен в сторону наблюдаемого борта, и положителен при противоположном направлении крена.

Для повышения точности расчета водоизмещения судна снятые осадки приводятся расчетным путем к теоретическим осадкам на носовом (координата l_n) и кормовом (координата l_k) перпендикулярах.

Изменение водоизмещения при изменении осадки на 1 см отражает кривая q – «число тонн на 1 см осадки» или ее аналогии, названные по-другому, представленные в грузовой шкале и не всегда, в кривых элементов теоретического чертежа. Принято считать, что погрешность расчета водоизмещения по осадке судна составляет до $2q$.

Цифры, надписи и сокращения, линии нанесенные на борт судна, для чего они нужны. Все надписи можно разбить на грузовые марки и марки углубления. Положения о грузовой марке разработаны на основе Международной конвенции о грузовой марке 1966 года, когда все марки были стандартизированы и приняты единые правила. Данное положение применяется к каждому судну, которому назначен минимальный надводный борт.

Надводный борт – расстояние, измеренное по вертикали у борта на середине длины судна от верхней кромки палубной линии до верхней кромки соответствующей грузовой марки. Назначенный судну надводный борт фиксируется путем нанесения на каждом борту судна отметки палубной линии, знака грузовой марки и марок углубления. Грузовая марка, соответствующая сезону, не должна быть погружена в воду на протяжении всего периода от момента выхода из порта до прихода в следующий порт.

Если говорить о британском флоте, то грузовую марку принято называть как «диск Плимсоля». Такое название вполне можно считать оправданным, если вспомнить, что впервые узаконить ее предложил их соотечественник – Самуэль Плимсоль. Его идея, предотвратившая гибель сотен тысяч человеческих жизней на море, была проста – кисть и ведро с краской положили конец перегрузке судов, которая практиковалась судовладельцами на протяжении многих столетий.

Схема Самуэля Плимсоля – это круг и фигура, напоминающая гребенку. Через центр круга проведена горизонтальная линия, продолжение которой на «гребенке» обозначено буквой S (летняя марка). Это так называемая основная марка. При плавании зимой суда часто встречают штормовую погоду. Для безопасного плавания и успешной борьбы со штормом судно не должно быть перегружено, и, следовательно, зимой нужно брать меньше груза, чем летом, и иметь меньшую осадку и больший надводный борт, то есть больший запас плавучести. Это учтено на грузовой марке под основной буквой W (зимняя марка).

Как правило, грузовая марка наносится в виде полос на борт судна на мидель-шпангоут с каждого борта и красится в цвет, отличный от цвета надводной части корпуса. Марки для пассажирских и парусных судов имеют упрощенный рисунок в отличии от грузовых. В них нет шкалы для зимней марки Северной Атлантики или тропиков и др.

На каждом судне хранится свидетельство на надводный борт, и если осадка больше, чем это допускается грузовой маркой, то его капитан не имеет права выйти в море. В случае перегрузки портовая администрация, ответственная за выход судна в рейс, вправе потребовать удаления лишнего груза и даже задержать судно в порту.

Грузовые марки не стоит путать с марками углубления, так как они служат только для измерения фактической носовой и кормовой осадки на данный момент.

Для того чтобы можно было определить осадку судна в любое время, на форштевне и ахтерштевне и в средней части судна наносят марки углублений. Пользуясь этими марками, можно ориентироваться при определении дифферента и состояния судна при погрузке и разгрузке. Марки углублений используют также при заходе в порты с малой глубиной. В этом случае часто приходится разгружать суда на рейде, пока судно не получит допустимую осадку. Марки углублений вырезают из листовой стали и приваривают или накернивают на корпус судна. Они выделяются на фоне корпуса особой окраской и поэтому хорошо видны.

Боковой силуэт плавучего крана приведен на рис. 9.6.

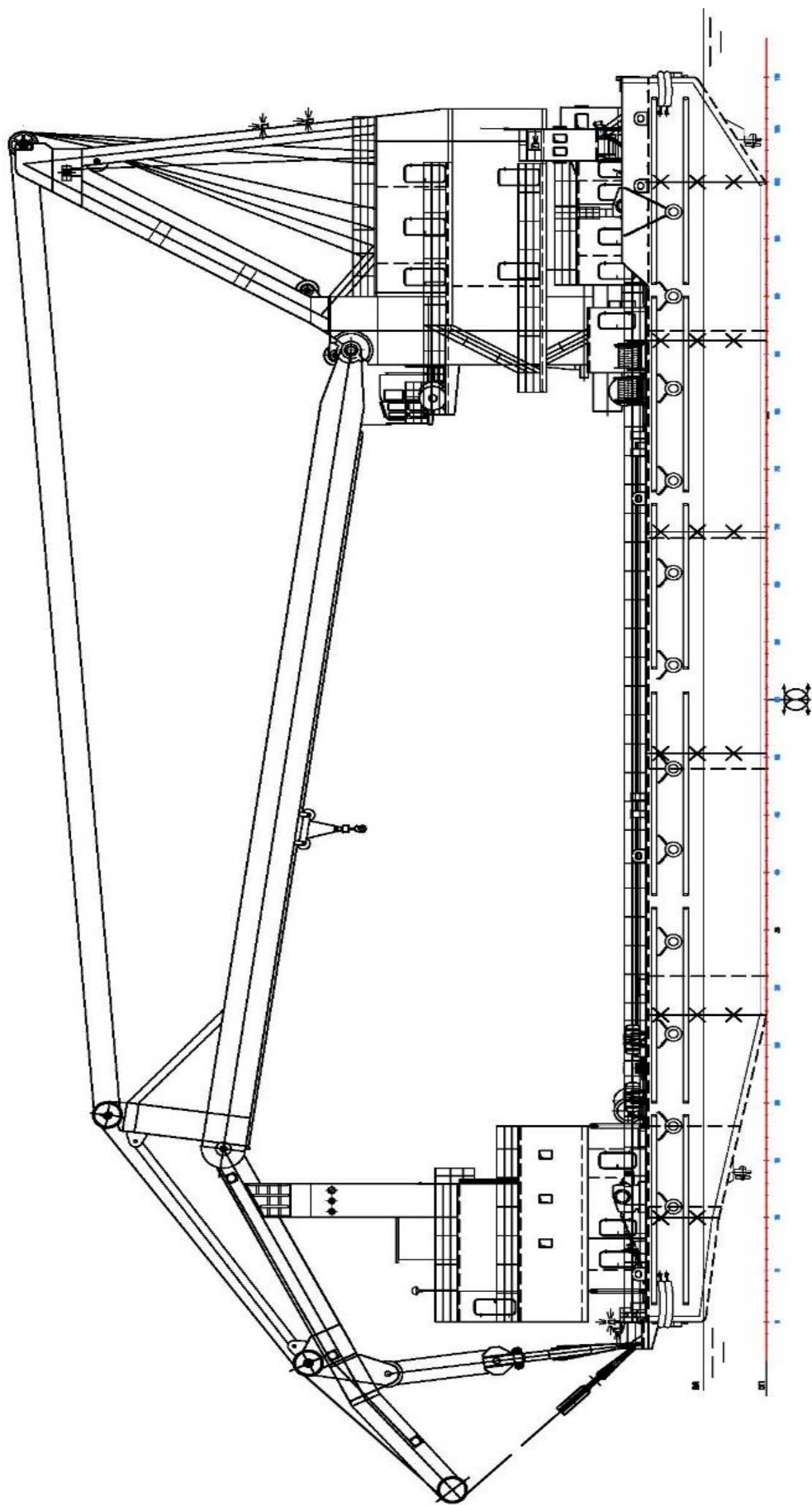


Рис. 9.6. Боковой силуэт плавучего крана

10 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДКИ, КРЕНА, ДИФФЕРЕНТА, РАЗМЕРОВ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО КИЛЯ, ПРИВАЛЬНОГО БРУСА, КРАНЦЕВОЙ ЗАЩИТЫ

Цель практического занятия: привить практические навыки работы с рабочими чертежами и оформлением рабочих чертежей, привить навыки работы с нормативной документацией, документацией о посадке и остойчивости судна.

Теоретическая часть

Для выполнения данной работы необходимо ознакомиться с информацией об остойчивости и рабочими чертежами.

Рабочий чертеж представляет собой технический документ, определяющий конструкцию, форму и размеры деталей, технические условия на их изготовление и раскрой; разрабатываются, на все детали, входящие в изделие. Рабочие чертежи предназначены для выполнения строительных и монтажных работ или изготовления конструкций, изделий, узлов изображения всех деталей с обозначением размеров, допусков при обработке.

Информация об остойчивости судна – документ, который выдается на каждое судно для обеспечения его остойчивости при эксплуатации.

Информация об остойчивости судна согласовывается с Регистром и содержит следующие материалы:

- общие данные по судну;
- характеристику выполнения судном критериев остойчивости и указания относительно безопасности судна против опрокидывания, вытекающие из выполнения требований к остойчивости;
- рекомендации проектанта по поддержанию остойчивости судна и другие указания по безопасной эксплуатации;
- данные об остойчивости по типовым, предусмотренным заранее случаям загрузки;
- пояснения и вспомогательные материалы для обеспечения оценки остойчивости при возможных в эксплуатации, но не предусмотренных заранее случаях загрузки.

Общие данные по судну должны включать:

- название судна, название верфи, построившей судно, год постройки
- тип судна, назначение (указывается для перевозки каких грузов предназначено судно в соответствии со спецификацией);
- класс судна, район плавания и установленные судну ограничения;

– размерения судна, осадки и соответствующие им водоизмещение и дедвейт;

– скорость хода;

– данные опыта кренования судна (водоизмещение и координаты центра тяжести судна порожнем, место и дата кренования, ссылка на инспекцию Регистра или другую организацию, одоблившей протокол кренования);

– данные о количестве и размещении твердого балласта по судну, если он уложен;

– другие данные по усмотрению разработчика «Информации об остойчивости», например, грузоподъемность судна, конструктивный дифферент, дальность плавания по запасам и т.п.).

Материалы, характеризующие остойчивость судна, включают четко сформулированные ограничения с учетом особенностей данного судна, а именно:

– перечень критериев остойчивости, которые требуется выполнить для данного судна;

– указание на критерий (или критерии), лимитирующий остойчивость судна, в том числе на критерии аварийной остойчивости, если они оказываются лимитирующими для остойчивости в неповрежденном состоянии;

– конкретные ограничения по загрузке судна (например, допустимый вес, положение центра тяжести, габариты палубного груза, допустимое количество рыбы на палубе для рыболовных судов и т.п.);

– конкретные указания по порядку расходования жидких грузов и балластировке судна в рейсе с пояснением условий, исходя из которых, следует руководствоваться этим порядком;

– другие необходимые указания и ограничения, обусловленные особенностями судна и требованиями к остойчивости судна.

По документации «Информация об остойчивости» или с рабочих чертежей определяются осадки с учетом крена и дифферента.

Определение размеров горизонтального киля осуществляется с рабочей документации (рабочего чертежа).

Киль – балка, служащая основным продольным креплением и связью днища судна, располагаемая в диаметральной плоскости. Различают горизонтальный, вертикальный, туннельный, брусковый, коробчатый. Горизонтальный киль – средний пояс днищевой наружной обшивки судна, расположенный симметрично диаметральной плоскости судна.

По длине судна толщина горизонтального киля (учитываемая величина при нанесении марок углубления) может иметь разные значения в диаметральной плоскости, в носовой и кормовой оконечностях.

При нанесении на борт судна марок углубления необходимо учитывать расположенную на борту кранцевую защиту, для исключения перекрытия ею нанесенных марок углубления.

Кранцевая защита служит для защиты судов от динамических ударов и навалов при швартовке и стоянке в порту или в условиях открытого моря при сильном волнении, а также при проведении перегрузочных операций.

В связи с дешевизной и практичностью в качестве кранцев широко используют старые автомобильные покрышки.

Кранцы делятся на съемные и постоянные (конструкционно закрепленные на корпусе судна или на причале). Также они подразделяются на упругие, демпфирующие и комбинирующими. На крупных современных судах кранцы являются сложными техническими изделиями, их масса может достигать 8 тонн и даже более.

Кранцы обеспечивают большие контактные поверхности с целью уменьшения давления на корпус. Рифленные поверхности обеспечивают отличное сцепление.

Привальным брусом (фальшбортом) является конструкция, которая крепится вдоль борта широкой части судна. Ее назначение – смягчить удар корпуса во время швартовки и стоянки у пирсов.

До сих пор некоторые используют деревянный привальный брус. Большим спросом пользуется привальный брус ПВХ. Этот материал стоек при ударах о твердую основу, ему не страшны резкие перепады температур. Брус ПВХ не гниет, в отличие от деревянного, ни в жарких, ни в холодных водах. Он отличается гибкостью и прочностью.

Также привальный брус выполняется из пластикового профиля. Он хорошо крепится на борту по всему периметру и защищает судно. Их применяют на лодках или катерах.

Есть привальный брус из гибкого винила, из жесткого винила с различными вставками и перекрытиями.

Брус из гибкого винила легко сгибается, является хорошим амортизатором. Такой привальник легко установить на любое судно. Изделие ПВХ из жесткого винила дольше прослужит. Он устанавливается по прямой.

Привальный брус резиновый называют еще резиновый отбойник, брус причальный, привальник. Он отлично справляется с задачей защиты корпуса водного транспортного средства от повреждения во время швартовки.

Привальный брус резиновый хорошо переносит высокие нагрузки. Он может быть установлен на судна, которые ходят в широтах с температурами от минус 40°C до плюс 80 °C.

Кранец привальный D-образный. D-образные отбойные устройства часто используются для обрамления борта привальными брусками, для предохранения судна во время маневрирования и швартования.

Квадратный привальный брус С-образный и D-образный. Применяются на пристани и причалах для маломерных судов, швартовочных понтонах, используются как направляющие сваи для плавучих конструкций и буксирах-толкачах.

ХОД РАБОТЫ

С рабочих чертежей или из документации «Информация об остойчивости» снимаем значения осадки в носу, в корме и на миделе с учетом крена и дифферента.

По рабочим чертежам или из конструктивных узлов на чертежах определяем толщину горизонтального киля в носу, корме и на миделе в мм.

Определяем по рабочим чертежам геометрические размеры кранцевой защиты и отстояние ее от носового и кормового перпендикуляра, определяем ее положение по высоте борта.

11 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСТАНОВОЧНЫХ РАЗМЕРОВ МАРОК УГЛУБЛЕНИЙ НА МИДЕЛЕ И В ОКОНЕЧНОСТЯХ

Цель практического занятия: привить практические навыки работы с рабочими чертежами и нормативной документацией.

Теоретическая часть

Для выполнения данной работы необходимо ознакомиться с требованиями и информацией, представленными в нормативной документации. Высота цифр марок углубления и интервалов между ними указана в проекции на диаметрально плоскость согласно ОСТ5Р.1192-95 п. 3.9, 3.10.

Высота букв определяется согласно ОСТ5Р.1192-95 п. 3.11, 3.12.

При наклонном или криволинейном обводе форштевня шкалы марок углубления следует располагать по обводу согласно ОСТ5Р.1192-95 Приложение Б.

На судах без конструктивного дифферента, имеющих прямую килевую линию, параллельную основной плоскости, отсчет величины марок углублений следует производить от нижней кромки киля.

На морских судах марки углубления по длине судна следует располагать в соответствии с п. 5.4–5.6 ОСТ5Р.1192-95.

На морских судах марки углубления по высоте судна следует располагать в соответствии с п. 5.10–5.12 ОСТ5Р.1192-95.

ХОД РАБОТЫ

Определяем расположение контрольных линий в носовой, кормовой оконечностях и на миделе (ОСТ5Р.1192-95 Приложение Е, Приложение И)

Определяем расположение цифр марок углубления на корпусе судна согласно (ОСТ5Р.1192-95 Приложение А, Приложение И, Приложение К, Приложение Л, Приложение М).

Определение установочных размеров марок углублений выполняется по способу геометрического подобия. Носовую и кормовую оконечности изображаем графически в виде простейших геометрических фигур и методом подобия определяем установочные размеры от нижней кромки горизонтального киля до линии, по которой пробиваем марки углубления. Положение данной линии должно быть выше расположения линии сопряжения скругленной скулы с бортом.

Для удобства нанесения расчетных размеров на чертежи все расчеты приводи к табличной форме (табл. 11.1)

Носовые марки углубления

№	Наименование	Обозначение марки углубления				
1	Длина, мм (от контрольной линии до НП)					
2	Высота, мм (от нижней кромки ГК до подреза форштевня)					
3	Толщина ГК, мм					
4	Отстояние плоскости нанесения марок углубления от теоретической линии форштевня, м					
5	Расчетное значение отстояния марки углубления от НП, мм					
Примечания - НП – носовой перпендикуляр; - все размеры рассчитываются в мм.						

Для определения расчетных размеров нанесения марок углубления в кормовой оконечности применяется тот же принцип, что и для носовых. В случае, если ахтерштевень имеет линию слома, то рассматриваются несколько геометрических фигур и выполняют дополнительные построения, для получения разбиения площади на несколько подобных геометрических фигур.

Проработка нанесения установочных размеров марок углубления в носовой оконечности и аналогичным образом выполнить расчет и разработать схему для нанесения марок углубления в кормовой оконечности (рис. 11.1).

УСТАНОВОЧНЫЕ РАЗМЕРЫ
МАРОК УГЛУБЛЕНИЯ
В ОКОНЕЧНОСТЯХ (1:25)

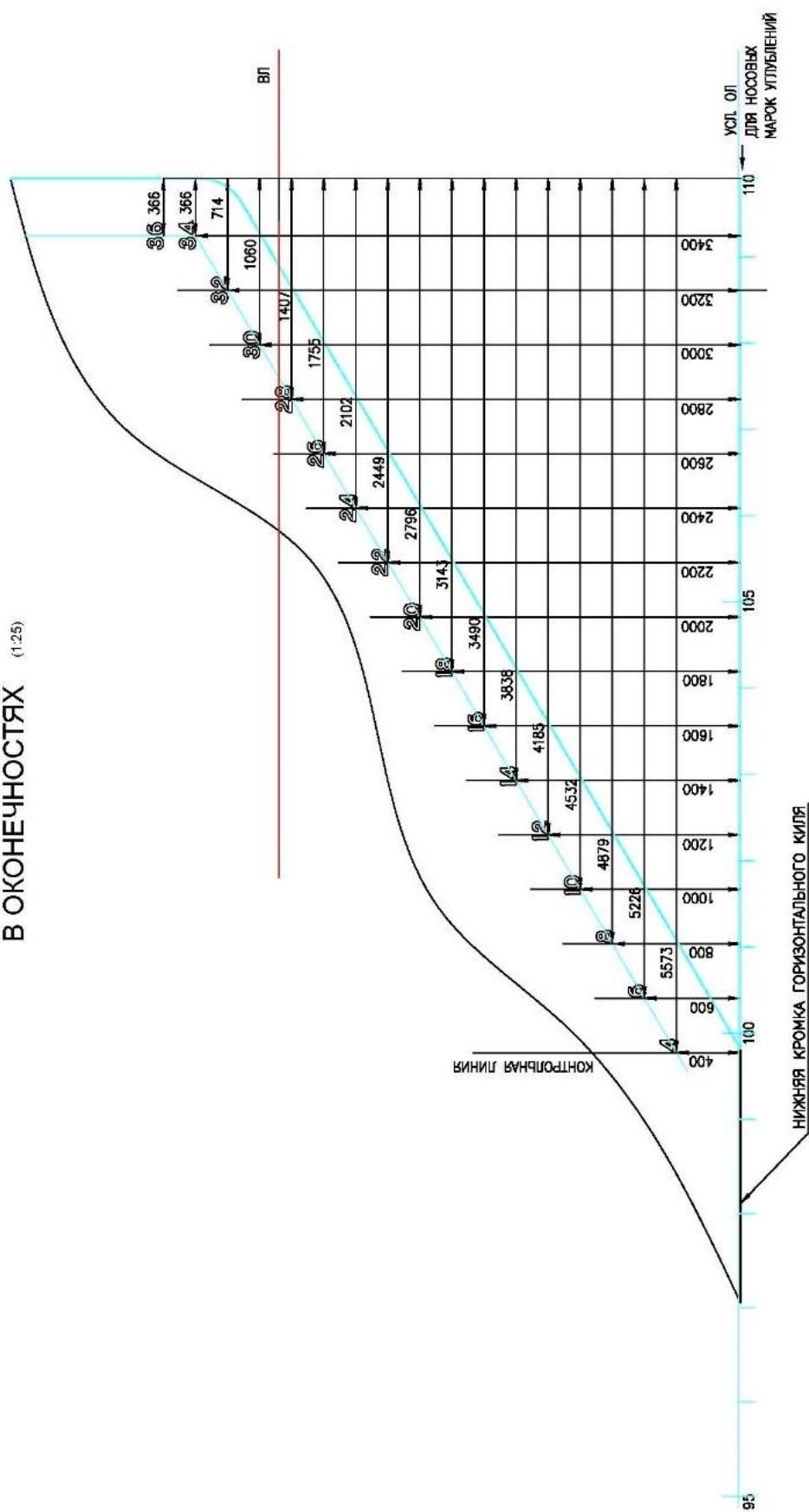


Рис. 11.1. Пример проработки нанесения установочных размеров марок углубления в носовой оконечности

12 РАЗРАБОТКА ЧЕРТЕЖА МАРОК УГЛУБЛЕНИЯ

Цель практического занятия (цель курсовой работы): привить практические навыки разработки рабочих чертежей и навыки работы с нормативной документацией.

Теоретическая часть

Разработка чертежа марок углубления выполняется в соответствии с п. 5 ОСТ5Р.1192-95.

Общие требования к выполнению чертежа марок углубления

Чертеж марок углубления должен содержать:

- основные данные;
- размер от основной линии до нижней кромки горизонтального или брускового киля;
- величину конструктивного дифферента;
- линии носового и кормового перпендикуляров;
- обозначение мидель-шпангоута;
- установочные размеры или координаты расположения марок углубления по длине судна и высоте;
- указания об аналогичном расположении марок углубления на другом борту судна;
- указания о способе нанесения марок углубления на корпусе судна.

На судах без конструктивного дифферента, имеющих прямую килевую линию, параллельную основной плоскости, отсчет величин углублений следует производить от нижней кромки киля, с криволинейной килевой линией – от самой нижней точки килевой линии.

Примеры нанесения марок углубления в носовой и кормовой оконечностях и на миделе приведены на рис. 12.1–12.3.

Марки углубления состоят из арабских цифр, предназначенных для обозначения величин углубления судна.

Марки углубления изготавливают и устанавливают на корпусе судна по рабочим чертежам, разработанным в соответствии со стандартом – ОСТ5Р.1192-95.

Марки углубления располагаются на корпусе судна в зависимости от длины и осадки.

На судах со стальным корпусом, кроме морских ледоколов и судов с ледовым усилением, марки углубления изготавливают:

- из стального листового материала с последующим закреплением на корпусе судна электросваркой;

– наплавлением на корпусе судна валиков электросваркой по внешнему и внутреннему контурам цифр и букв.

Способ изготовления марок углубления определяет предприятие-проектант.

На судах с корпусом из легких сплавов марки углубления закернивают и окрашивают.

На морских судах, имеющих длину между перпендикулярами 25,0 м и более, цифры марок углубления устанавливают только четные, высотой 100 мм, с интервалом по высоте 100 мм.

При вертикальном расположении шкал цифр марок углубления цифры каждого разряда следует располагать одну под другой по разрядам.

При наклонном или криволинейном обводе форштевня шкалы марок углубления следует располагать по обводу.

Пример проработки основных размеров цифр по требованиям ОСТ 5Р.1192-95 для нанесения на корпус судна приведен на рис. 12.4.

Пример проработки узлов нанесения марок углубления на корпус судна в носовой и кормовой оконечностях и на миделе приведен на рис. 12.5–12.8.

ВИД НА Пр.Б
ЛБ - СИММЕТРИЧНО

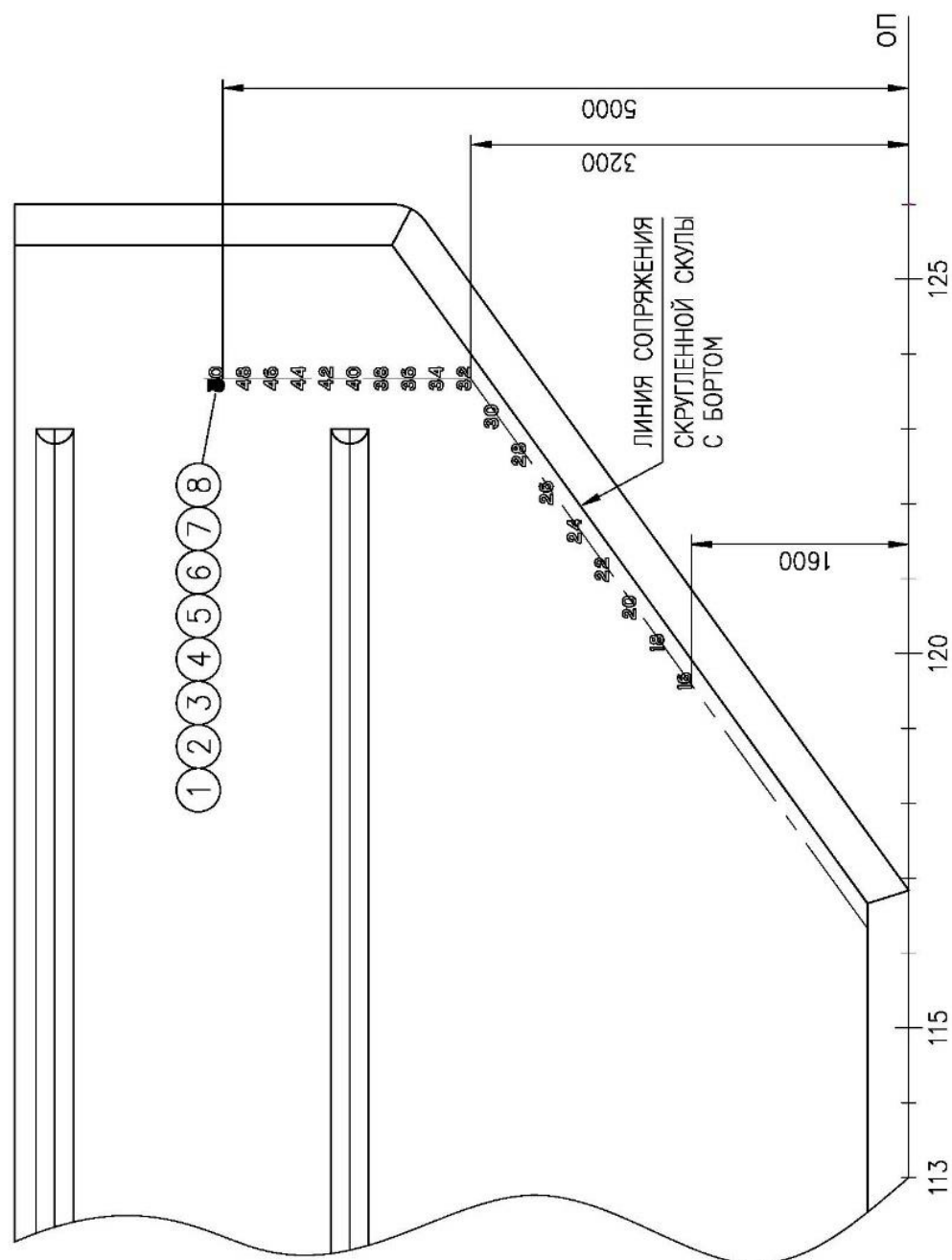


Рис. 12.1. Пример нанесение марок углубления в носовой оконечности на корпус плавучего крана

ВИД НА Пр.Б
ЛБ - СИММЕТРИЧНО

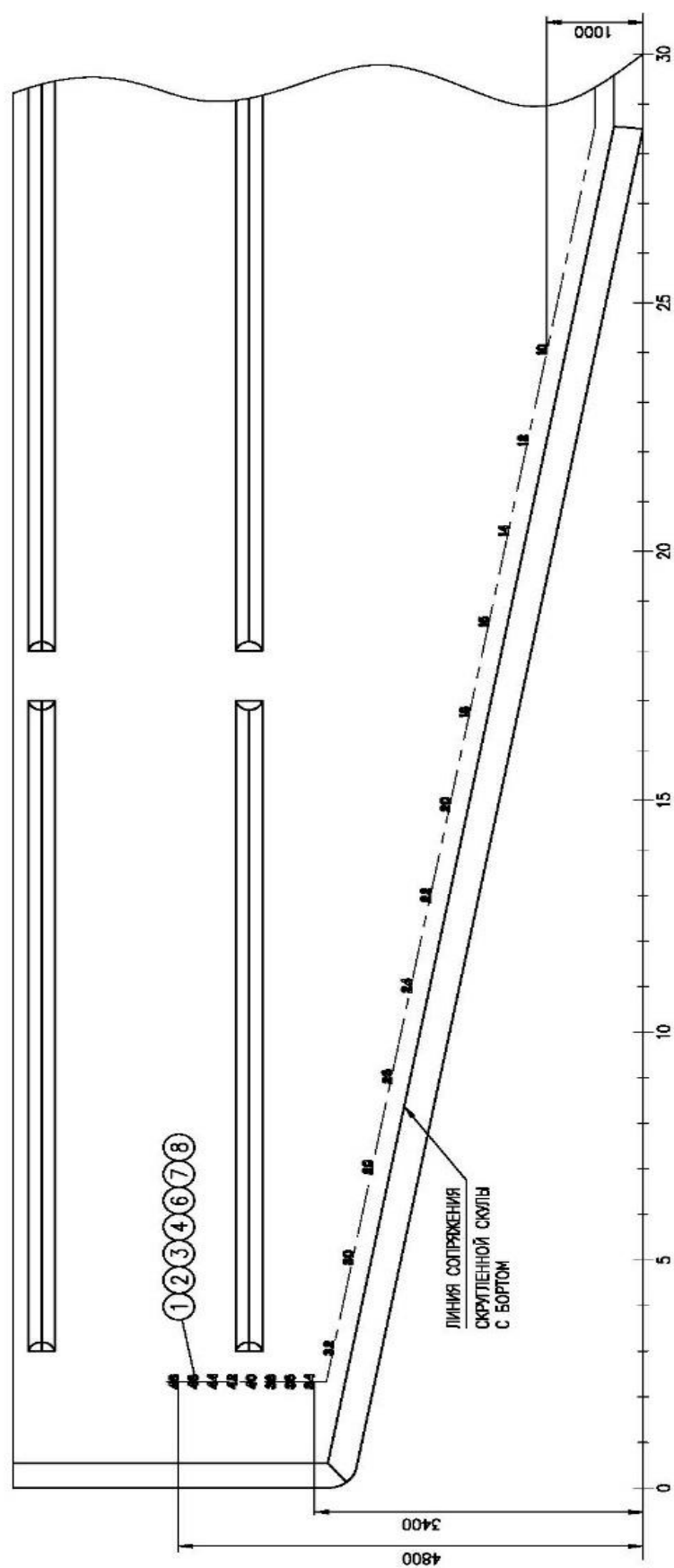


Рис. 12.2. Пример нанесение марок углубления в кормовой оконечности на корпус плавучего крана

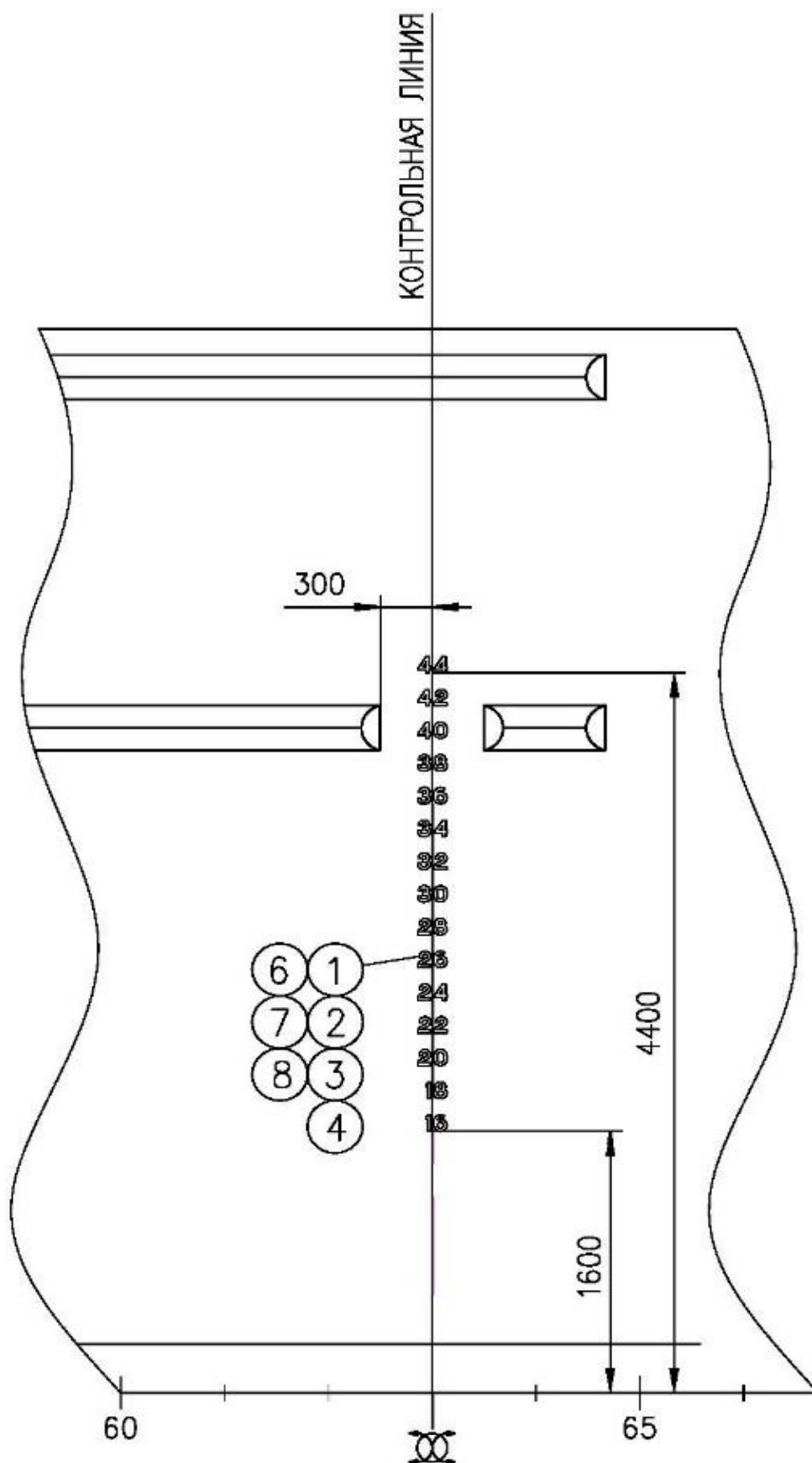


Рис. 12.3. Пример нанесение марок углубления в районе миделя на корпус плавучего крана

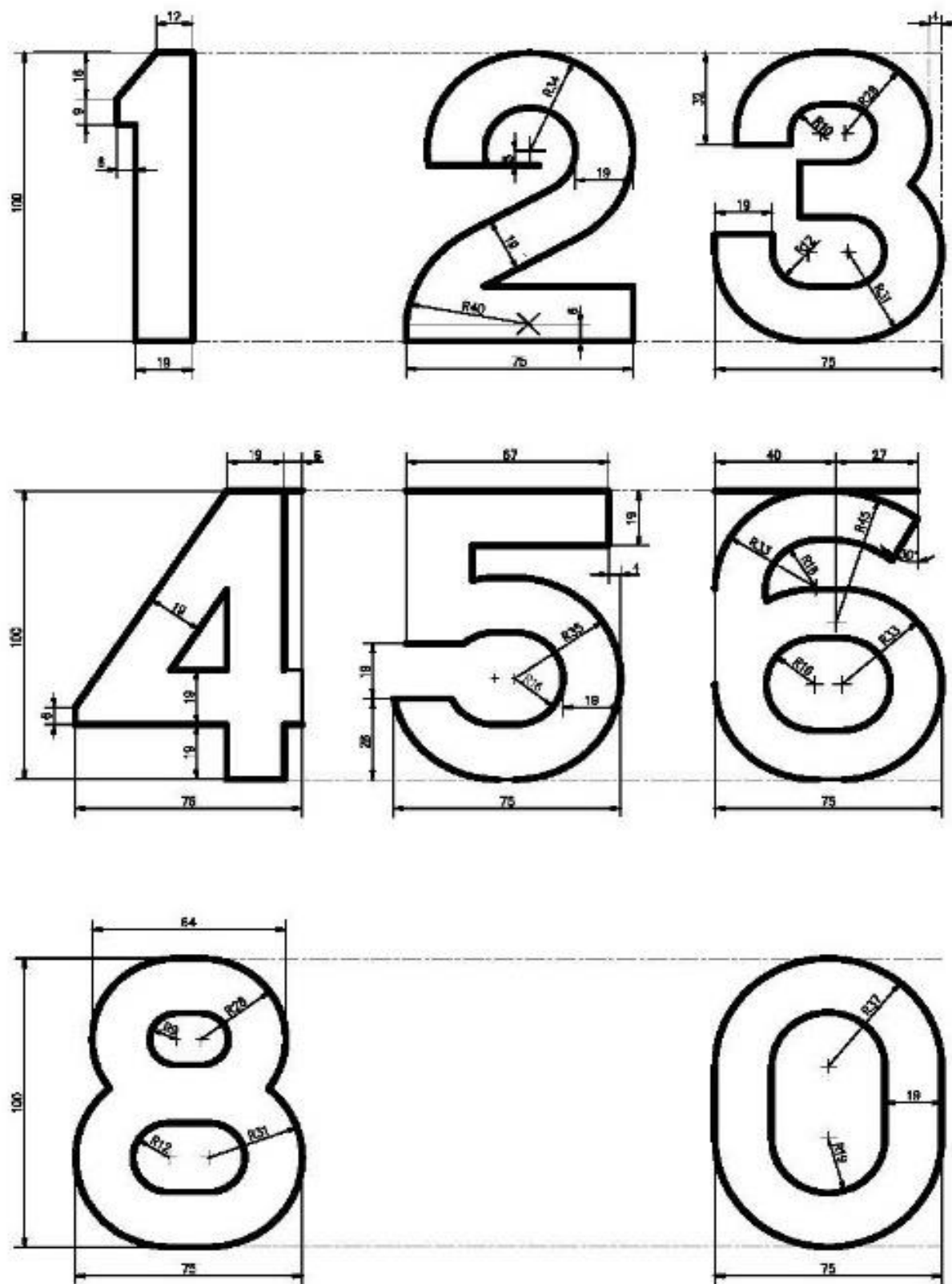


Рис. 12.4. Пример проработки основных размеров цифр по требованиям ОСТ 5Р.1192-95 для нанесения на корпус плавучего крана

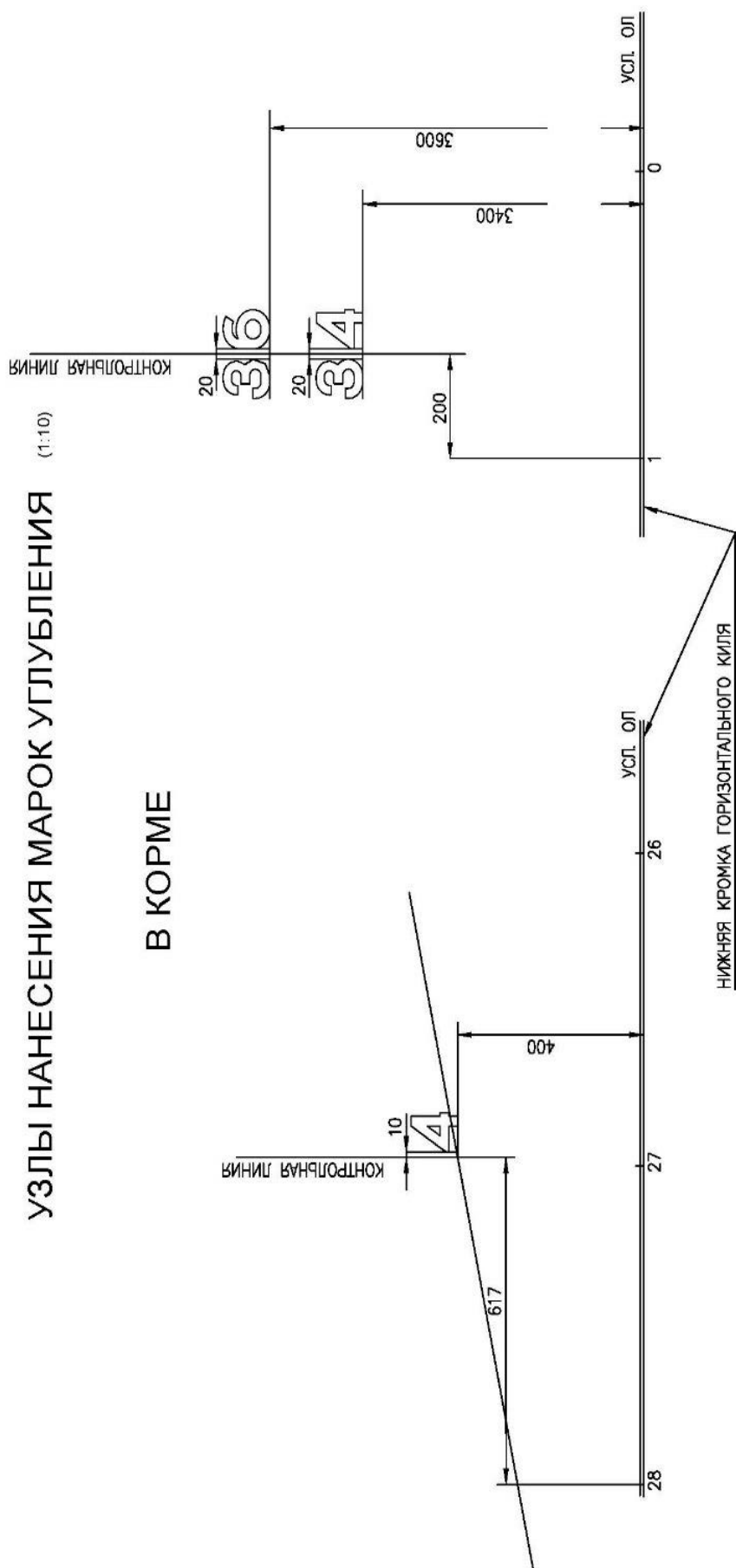


Рис. 12.5 Пример проработки узлов нанесения марок углубления в корме

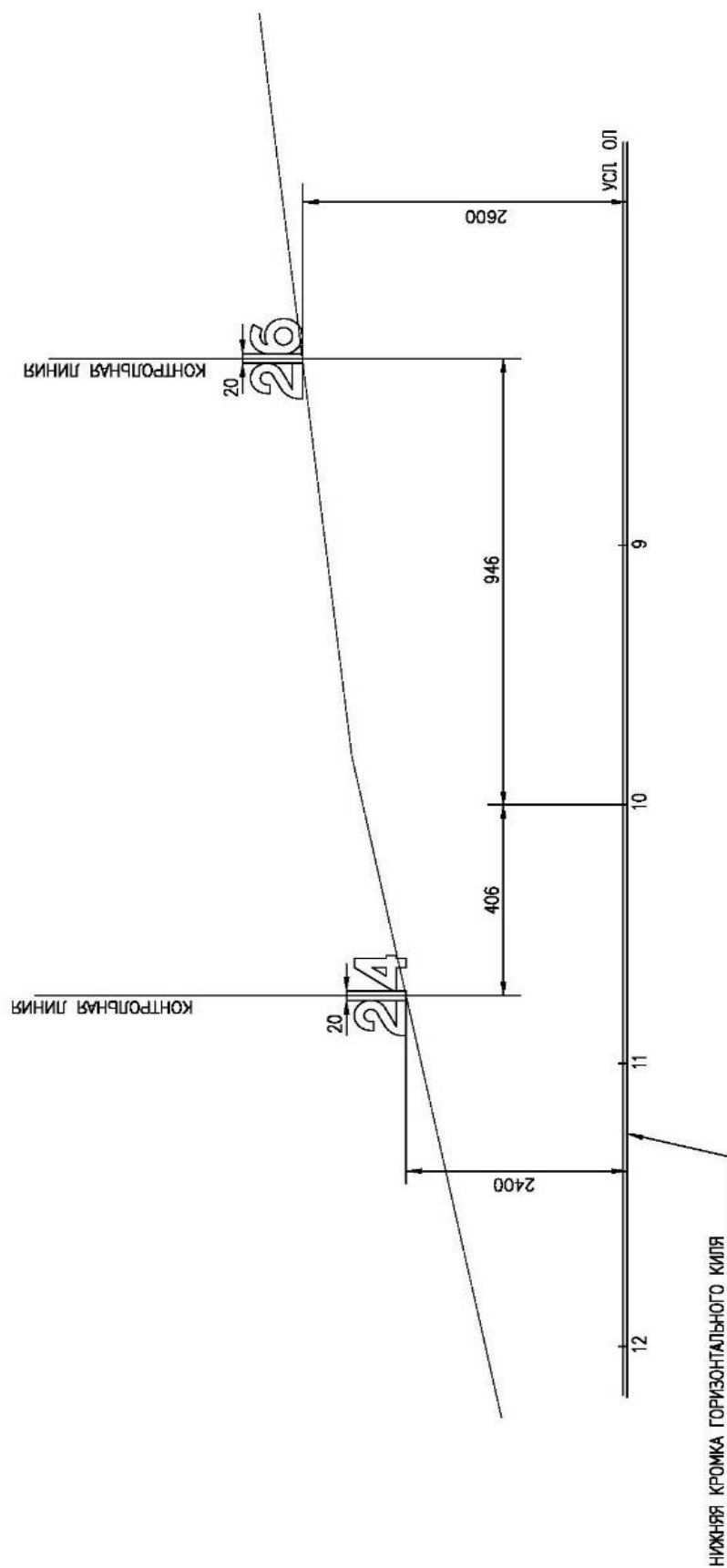


Рис. 12.6. Пример проработки узлов нанесения марок углубления
в районе кормового подреза

УЗЛЫ НАНЕСЕНИЯ МАРОК УГЛУБЛЕНИЯ (1:10)

НА МИДЕЛЕ

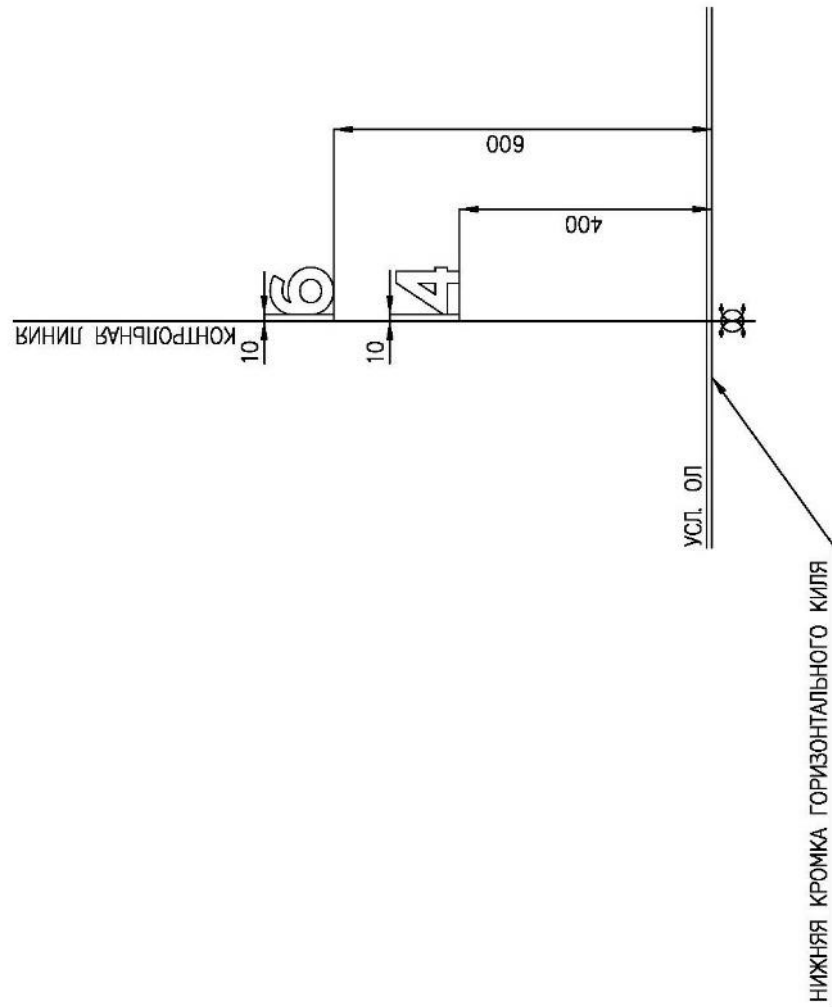


Рис. 12.7. Пример проработки узлов нанесения марок углубления на миделе

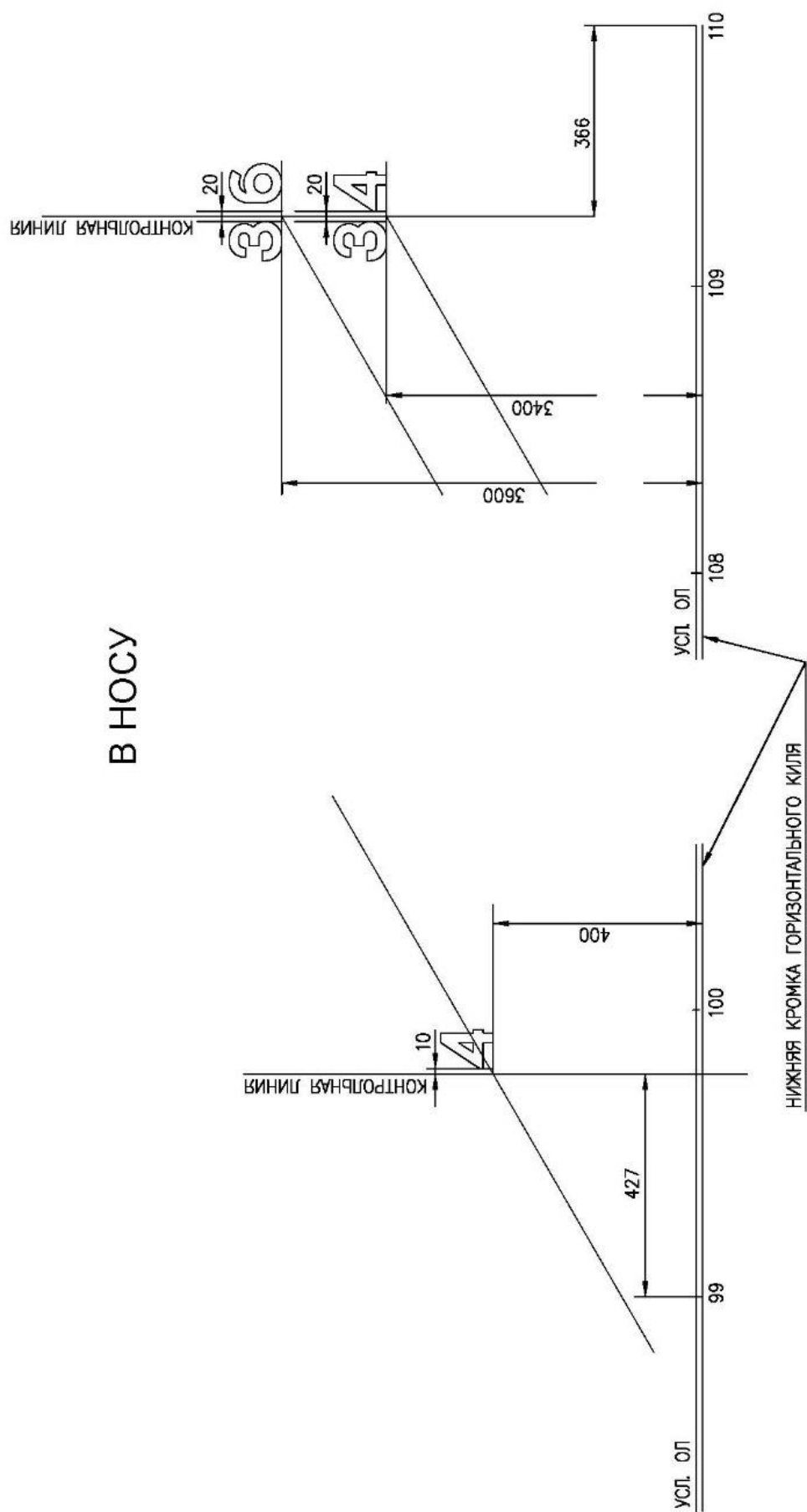


Рис. 12.8. Пример проработки узлов нанесения марок углубления в носу

13 РАЗРАБОТКА СПЕЦИФИКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ЕДИНИЦ И МАССЫ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИФР. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МАССЫ НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

Цель практического занятия: привить практические навыки составления спецификации к разработанным чертежам марок углубления.

Общие требования к разработке спецификации

Разработка спецификации выполняется в соответствии со следующей документацией:

- ОСТ5Р.0206-2002 «Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Классификация элементов нагрузки»;
- ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент»;
- ГОСТ Р 52927-2015 «Прокат для судостроения из стали нормальной, повышенной и высокой прочности. Технические условия»;
- Приказ Минфина от 10.04.2019 № 55н.;
- ОК 015-94 (МК 002-97). Общероссийский классификатор единиц измерения» (утв. Постановлением Госстандарта России от 26.12.1994 № 366 ред. от 07.02.2023 г.).

В соответствии с ОСТ5Р.0206-2002 в разделе 01 «Корпус» в группе 01 подгруппе 06 учитывают выступающие части сварных швов, таким образом, наплавленному металлу соответствует статья (код) 010106, а установленным маркам углубления (способ установки сваркой) соответствует в том же разделе в группе 03 подгруппе 12 статья 010312, в которой учитывают мелкие дельные вещи, включая планки с надписями.

После выполнения расчетов по определению количества цифр марок углубления и размера общей площади листового проката необходимого для их изготовления определяют размеры листового проката по ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент» и ГОСТ Р 52927-2015 «Прокат для судостроения из стали нормальной, повышенной и высокой прочности. Технические условия». В спецификации напротив каждой позиции в столбце 16 «Марка материала» указывается условное обозначение, например, РСА – сталь регистровая нормальной прочности.

В спецификации на странице 1 указывается отстояние центра тяжести масс в метрах по каждой статье нагрузки по оси Х от 0 шпангоута (шп), по Y от диаметральной плоскости (ДП), по Z от основной плоскости (ОП).

Спецификация заполняется следующим образом:

- в столбец 2 спецификации вносятся номера позиций;

– в столбец 3 спецификации вносится код изделия или материала (ИКЗ – уникальный код закупочной процедуры, например, 00532090046).

В ИКЗ входит год размещения извещения, личный код заказчика, информация о процедуре из плана-графика и другие сведения. Порядок формирования ИКЗ содержится в Приказе Минфина от 10.04.2019 № 55н. В коде 36 цифр или разрядов. Они разбиты на группы, каждая из которых указывает на определенный показатель.

– в столбец 4 спецификации «Наименование» изделие вносят в следующем виде – Цифра «1» S5, т.е. указывается цифра, толщина металла, количество, масса одной единицы и общая масса соответственно по столбцам;

– в столбец 6 «Код ед. измер. кол.» вносится код согласно «ОК 015-94 (МК 002-97). Общероссийский классификатор единиц измерения» (утв. Постановлением Госстандарта России от 26.12.1994 № 366) (ред. от 07.02.2023 г.). Если учитывается масса единицы в кг, то присваивается код 166, если учитывается количество изделий, то вносится код 796;

– в столбце 16 указывается материал, например, РСА.

На отдельном листе спецификации указывается:

– количество стандартных листов необходимое для изготовления цифр для марок углубления;

– общая масса изделий;

– масса наплавленного металла (составляет 3 % от суммарной расчетной массы);

– общая масса (т.е. с учетом наплавленного металла).

Остальные столбцы спецификации заполнять необязательно.

[illegible]

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

- 1 Транспортные морские и речные суда различного назначения, их классификация.
- 2 Грузы, тара и грузовые операции на судах.
- 3 Газовозы. Особенности проектирования
- 4 Выбор архитектурно-конструктивного типа судна.
- 5 Определение основных характеристик наливных, универсальных и многоцелевых сухогрузных судов.
- 6 Определение основных характеристик судов для перевозки массовых и укрупненных унифицированных грузов, пассажирских судов и паромов.
- 7 Палубный груз контейнеров. Размещение контейнеров и крепление
- 8 Размеры и устройство контейнерных трюмов.
- 9 Классификация наливных судов. Танкеры – основной тип
- 10 Характеристика нефтепродуктов. Особенности проектирования танкеров.
- 11 Химовозы. Особенности проектирования
- 12 Промысловые суда, их классификация.
- 13 Специальное технологическое оборудование и операции на промысловых судах.
- 14 Архитектура судов. Определение основных характеристик промысловых судов.
- 15 Рефрижераторные суда. Классификация
- 16 Общие сведения о пассажирских (линейных и круизных) судах.
- 17 Характерные особенности пассажирских судов. Особенности проектирования
- 18 Пассажирские суда прибрежного плавания.
- 19 Организация и методы проектирования подводных лодок
- 20 Служебно-вспомогательные суда и суда технического флота, их классификация.
- 21 Выбор архитектурно-конструктивного типа судна.
- 22 Определение основных характеристик служебно-вспомогательных судов и судов технического флота.
- 23 Корабельная авиация, оружие, радиоэлектронное вооружение.
- 24 Энергетические установки надводных кораблей.
- 25 Проектирование авианесущих, ракетно-артиллерийских, противолодочных, десантных, минно-тральных кораблей и боевых катеров.
- 26 Классификация по назначению (выполняемой задачи) ударно-боевых кораблей.

- 27 Классификация кораблей по принципу поддержания при движении, по роду материала корпуса, по количеству гребных валов.
- 28 Виды водоизмещения, основные положения и глубины погружения подводной лодки.
- 29 Водоизмещение и зависимости масс отдельных групп и статей нагрузки от основных характеристик подводной лодки
- 30 Мореходные качества подводных лодок.
- 31 Архитектура подводной лодки. Определение главных размерений и теоретический чертеж.
- 32 Системы позиционирования буровых платформ и морских судов.
- 33 Суда типа «X – bow» Особенности обводов. Особенности проектирования.
- 34 Плавающие дата-центры. Дата-центр, история развития. Классификация дата-центров. Плавающий центр обработки данных Nautilus.
- 35 Суда и корабли с динамическим поддержанием.

РЕКОМЕНДОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

Т а б л и ц а 4

Основная и дополнительная литература

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
Основная литература		
1	Ашик В.В. Проектирование судов. учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Судостроение и судоремонт» / В. В. Ашик. – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Ленинград: Судостроение, 1985. – 318 с.: ил. – Текст : непосредственный	136
2	Бронников, А. В. Морские транспортные суда: основы проектирования: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по спец. «Судостроение и судоремонт» / А. В. Бронников. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Судостроение, 1984. – 351 с.: ил. – Текст : непосредственный	43
3	Роннов, Е. П. Проектирование судов : учебник для вузов / Е. П. Роннов. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 296 с. – ISBN 978-5-8114-8384-6. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/187483 (дата обращения: 28.07.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
Дополнительная литература		
1	Основы проектирования судов и плавучих сооружений. Ч. 1 : Определение основных элементов и главных размерений проектируемого судна : [учебное пособие] / А. И. Раков, А. В. Кузьмина, В. В. Жибоедов. – Севастополь : СевНТУ, 2013. – 227 с. –URL: http://lib.sevsu.ru/xmlui/handle/123456789/8584 . – (дата обращения: 01.07.2022). – Режим доступа: Библиотека Севастопольского государственного университета : [сайт], раздел «Репозиторий eSevSUIR». – Текст: электронный.	Доступ без ограничения числа пользователей

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
2	Роннов, Е. П. Проектирование судов внутреннего плавания: учебное пособие / Е. П. Роннов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2009. – 288 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/44876 (дата обращения: 23.07.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
3	Кеслер, А. А. Основы методологии проектирования: учебное пособие / А. А. Кеслер. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2016. – 76 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/97171 (дата обращения: 23.07.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
4	Холоша, В. И. Проектирование и эксплуатация сухогрузных судов / В. И. Холоша. – Л.: Судостроение, 1984. – 216 с. – Текст : непосредственный	10
5	Раков, А. И. Особенности проектирования промысловых судов: определение основных характеристик / А. И. Раков. – Л.: Судостроение, 1966. – 144 с. : ил. – Библиогр.: с. 143 (18 назв.).Текст : непосредственный	20
6	Любимов, В. И. Архитектурное проектирование судов / В. И. Любимов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, 2011. – 80 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/44867 (дата обращения: 23.07.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
7	Давыдова, С. В. Разработка общего вида и расположения помещений транспортных судов внутреннего плавания: учебное пособие / С. В. Давыдова, Е. П. Роннов. – Нижний	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей,

№ п/п	Наименование изданий учебной литературы	Количество экземпляров
	Новгород: ВГУВТ, 2014. – 104 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/60795 (дата обращения: 23.07.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	регистрация по IP-адресам СевГУ
8	Давыдова, С. В. Проектирование судов экологического назначения: учебное пособие / С. В. Давыдова, Е. П. Роннов. – Нижний Новгород: ВГУВТ, [б. г.]. – Часть 2: Общее устройство – 2012. – 76 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/44870 (дата обращения: 23.07.2022). – Режим доступа: для авториз. пользователей.	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
9	Кржеминский, П. К. Определение количества насыпных и навалочных грузов по осадке судна / П. К. Кржеминский, Г. И. Шепелин. – Москва: МГАВТ, 2009. – 98 с. – Текст: электронный. – URL: https://znanium.com/catalog/product/402447 (дата обращения: 23.07.2022). – Режим доступа: по подписке.	Доступ без ограничения числа авторизованных пользователей, регистрация по IP-адресам СевГУ
10	Буксирные суда: проектирование и конструкция / Б. В. Богданов [и др.]. – Л: Судостроение, 1974. – 280 с. : ил. – Текст : непосредственный	46

**Описание информационных ресурсов необходимых для освоения
дисциплины**

№	Наименование электронно-библиотечной системы	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечные системы (ЭБС)		
1	Электронно-библиотечная система (ЭБС) издательства «ЛАНЬ» – ресурс, включающий в себя как электронные версии книг ведущих издательств учебной и научной литературы (в том числе университетских издательств), так и электронные версии периодических изданий по различным областям знаний.	https://e.lanbook.com/
2	Электронно-библиотечная система Znanium.com предоставляет зарегистрированным пользователям круглосуточный доступ к электронным изданиям из любой точки мира посредством сети Интернет.	http://znanium.com/
3	ЭБС Юрайт – это сайт для поиска изданий и доступа к тексту издания в отсутствие традиционной печатной книги.	https://www.biblio-online.ru/
4	Репозиторий eSevSUIR является универсальным по содержанию и включает: научные публикации работников Севастопольского государственного университета; авторефераты диссертаций; отчеты о НИР; другие материалы научного, образовательного или методического значения по желанию их авторов.	http://lib.sevsu.ru/xmlui/
Электронные ресурсы свободного доступа		
1	Классификационное общество Российский морской регистр судоходства было создано 31 декабря 1913 года. С 1969 года РС является членом Международной Ассоциации Классификационных Обществ (МАКО).	http://rs-class.org/ru/
2	Электронная библиотека «Научное наследие	http://www.e-heritage.ru

№	Наименование электронно-библиотечной системы	Ссылка на информационный ресурс
	России». Общая координация и управление проектом осуществляется Межведомственным суперкомпьютерным центром (МСЦ) РАН.	
3	Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.	http://window.edu.ru/
4	DOAJ – это интерактивный онлайн-каталог, который индексирует и обеспечивает доступ к высококачественным, открытым доступом, рецензируемым журналам.	http://www.doaj.org/

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Егоров Г.В. Проектирование судов ограниченных районов плавания на основании теории риска. – СПб.: Судостроение, 2007. – 384 с., ил.
- 2 Зайцев В.В. Суда-газовозы / В.В. Зайцев, Ю.Н. Коробанов. – Л.: Судостроение, 1990.-304 с
- 3 Справочник по теории корабля. В 3-х т.Т.2 / Под ред. Я.И. Войткунского.– Л.: Судостроение, 1985. – 440 с.
- 4 Гернет М.М. Определение моментов инерции / М.М. Гернет, В.Ф. Ратобыльский. – М.: Машиностроение, 1969. – 248 с.
- 5 Фаворин М.В. Моменты инерции тел: Справочник/ М.В. Фаворин. – М.:Машиностроение,1977. – 511 с.
- 6 Зиньковский-Горбатенко В.Г. К уточнению математической модели неустановившегося движения судна / В.Г. Зиньковский-Горбатенко//Сб. Кибернетика на морском транспорте. Вып. 8. – 1979. – С.80 – 85.
- 7 Intrnational Maritime Organization. Amendments to the Code on Intact Stability for All Types of Ships Covered by IMO Instruments. London, 1999.
- 8 Луговский В.В. Качка корабля / В.В. Луговский. – СПб.: Изд. центр СПб ГМТУ, 1999. – 425 с.
- 9 Благовещенский С.Н. Справочник по теории корабля / С.Н. Благовещенский. – Л.: Судпромгиз,1950. – 568 с.
- 10 Благовещенский С.Н. Справочник по статике и динамике корабля. В 2-х т.,Т.2. Динамика (качка) корабля / С.Н. Благовещенский, А.Н. Холодилин. – Л.:Судостроение,1975. – 176 с.
- 11 Ногид Л. М. Остойчивость судна и его поведение на взволнованном море /Л.М. Ногид.-Л.: Судостроение, 1967. – 159с.
- 12 ОСТ 5Р.1192-95 Марки углубления надводных судов. Знаки бульбовых образований и подруливающих устройств на корпусе судна. Правила и нормы проектирования, типы, основные размеры и технические требования.
- 13 НД № 2-020501-001 Правила обмера морских судов, Российский морской регистр судоходства, – СПб.: Изд., 2016. – 33 с.
- 14 Доусон Т. Проектирование сооружений морского шельфа / Т. Доусон. – Л.: Судостроение, 1986. – 286 с.
- 15 Морские инженерные сооружения. Ч. I. Морские буровые установки: учеб. / под общ. ред. В. Ф. Соколова. – СПб.: Судостроение, 2003. – 535 с.
- 16 Семенов-Тян-Шанский В. В. Статика и динамика корабля: плавучесть, остойчивость и спуск на воду: учеб. – В. В. Семенов-Тян-Шанский. – Л.: Судостроение, 1973. – 607 с.

- 17 Справочник по теории корабля. В 3-х т. / под ред. Я. И. Войткунского. – Л.: Судостроение, 1985. – Т. 1. – 764 с.
- 18 Многокорпусные суда / под ред. В. А. Дубровского. – Л.: Судостроение, 1978. – 304 с.
- 19 Правила классификации и постройки морских судов. Часть II. Корпус. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2020. – 298 с.
- 20 Правила классификации, постройки и оборудования морских плавучих нефтегазодобывающих комплексов. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2021. – 104 с.
- 21 Разработка конструкции корпуса транспортного судна: метод. указания к выполнению курсового проекта / сост. А.В. Кузьмина, М.Г. Балашов. – Севастополь: СевГУ, 2016. – 48 с.: ил.
- 22 ОСТ5Р.0206-2002 «Нагрузка масс гражданских и вспомогательных судов. Классификация элементов нагрузки».
- 23 ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент»;
- 24 - ГОСТ Р 52927-2015 «Прокат для судостроения из стали нормальной, повышенной и высокой прочности. Технические условия».
- 25 Приказ Минфина от 10.04.2019 № 55н.
- 26 ОК 015-94 (МК 002-97). Общероссийский классификатор единиц измерения» (утв. Постановлением Госстандарта России от 26.12.1994 № 366 ред. от 07.02.2023 г.).

Учебное издание

Ольга Александровна Иванова
Анна Владимировна Родькина

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СУДОВ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Учебное пособие

В авторский редакции

Подписано в печать 14.04.2023. Формат 60x84/16

Печать оперативная. Усл. п.л. 8,5

Тираж 500 экз. Заказ № 27-11-07

Отпечатано с готового оригинал-макета в издательстве ЗЕБРА
432072, Россия, г. Ульяновск, ул. Жуковского, 83.