

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

Т.Л. Чемакина, И.Н. Морева

ЯКОРНОЕ И ШВАРТОВНОЕ УСТРОЙСТВА

Учебно-методическое пособие
к выполнению практических заданий
по дисциплине «Общесудовые системы и устройства»
для студентов направления
26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника
и системотехника объектов морской инфраструктуры»
и специальности
26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей,
судов и объектов океанотехники»
всех форм обучения

Севастополь
СевГУ
2021

УДК 629.5.028.7(076.5)
ББК 39.459я73
Ч-42

Р е ц е н з е н т:

А.В. Родькина – кандидат технических наук

Чемакина Т. Л.

Ч-42 Якорное и швартовное устройства: учебно-методическое пособие к выполнению практических заданий по дисциплине «Общесудовые системы и устройства» для студентов направления 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» и специальности 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники» всех форм обучения / Т. Л. Чемакина, И. Н. Морева, Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Океанотехника и кораблестроение». – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2021. – 54 с. – Текст : электронный.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам при выполнении практических заданий по дисциплине «Общесудовые устройства и системы» (раздел «Общесудовые устройства»).

УДК 629.5.028.7(076.5)
ББК 39.459я73

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры «Океанотехника и кораблестроение», протокол № 4 от 15 марта 2021 г.

© Морева И.Н., Чемакина Т.Л., 2021
© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Практическая работа № 1. Определение якорного снабжения судна по правилам МРС	5
2. Практическая работа № 2. Определение швартовного снабжения судна по правилам МРС	10
3. Практическая работа № 3. Определение сил, действующих на судно в период якорной стоянки	12
4. Практическая работа № 4. Расчет усилий и определение основных параметров механизмов	16
5. Практическая работа № 5. Определение параметров цепного ящика	19
6. Практическая работа № 6. Определение основных параметров якорного клюза	21
7. Практическая работа № 7. Определение прочных размеров узла для быстрой отдачи якоря	23
Библиографический список	25
Приложение А	26
Приложение Б	52

ВВЕДЕНИЕ

Якорное устройство обеспечивает стоянку судна на свободной воде; его швартовку кормой к причалу; быстрое погашение инерции хода судна, предотвращающее навал на причальное сооружение или другое судно; постановку судна на шпринг; снятие судна с мели собственными силами и средствами.

Швартовное устройство — совокупность приспособлений и механизмов расположенных на верхней палубе и предназначенных для надежного удержания корабля у причала (пирса), плавучих сооружений или борта другого корабля. Оно обеспечивает швартовку корабля кормой, бортом (лагом) и носом, а также используется для буксировки, передачи грузов на ходу и в других случаях.

В методических указаниях дана последовательность выполнения расчетов по якорному и швартовному устройствам: определение якорного и швартовного снабжения судна по правилам МРС, определение сил, действующих на судно в период якорной стоянки, расчет усилий и определение основных параметров механизмов, определение параметров цепного ящика, определение прочных размеров узла для быстрой отдачи якоря.

Методические указания могут быть использованы студентами дневной и заочной формы обучения направления Севастопольского государственного университета морского института, направления 26.03.02 «Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры» и специальности 26.05.01 «Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники».

Практическая работа № 1.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЯКОРНОГО СНАБЖЕНИЯ СУДНА ПО ПРАВИЛАМ МРС

Цель работы – ознакомить студентов с порядком определения якорного снабжения судна по Правилам Морского Регистра судоходства..

1.1. Теоретический раздел

В соответствии с Правилами МРС якорное снабжение морских судов определяется в зависимости от характеристики снабжения [I, часть 3, гл. 3.1]

1.1.1. Характеристики снабжения N_c всех судов, кроме плавучих кранов и буксиров, определяется по формуле

$$N_c = \Delta^{2/3} + 2Bh + 0,1A, \quad (1)$$

где Δ – объемное водоизмещение судна при осадке по ЛГВ, m^3 ; B – ширина судна, м; h – высота от ЛГВ до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м, которая определяется по формуле

$$h = a + \sum h_i, \quad (2)$$

где a – расстояние от ЛГВ до верхней кромки настила верхней палубы, у борта на мидель шпангоуте, м (рис. 1); h_i – высота в диаметральной плоскости каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину большую, чем $0,25 B$, м.

При наличии по длине судна двух или более надстроек или рубок, учитывается только одна надстройка или рубка рассматриваемого яруса, имеющая большую ширину.

Для самого нижнего яруса h_i измеряется в ДП от ВП или, при наличии у ВП уступа, от условной линии, являющейся продолжением ВП.

При определении h учитывать седловатость и дифферент не требуется.

A – площадь парусности в пределах длины судна L , считая от ЛГВЛ, m^2 . При определении A учитывать площадь парусности только корпуса, надстроек и рубок шириной более чем $0,25 B$ (рис. 2).

L – длина судна, измеренная как 96 % длины по ВЛ, проходящей на высоте, равной 85 % наименьшей высоты борта, или длина от передней кромки форштевня до оси баллера руля по той же ВЛ, в зависимости от того, что больше, м.

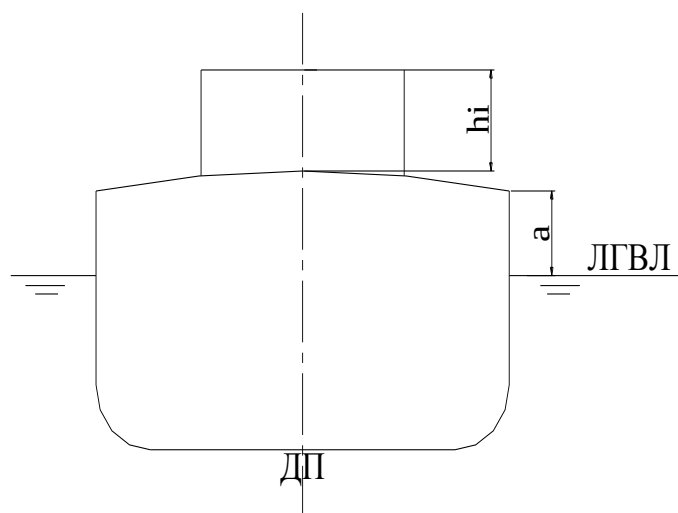


Рисунок 1 - Определение высоты надстройки или рубки

Мачты, грузовые стрелы, такелаж, леерное ограждение, а также фальш-борт и комингсы люков высотой менее 1,5 м могут не учитываться.

$$A = \sum l_i \cdot h_i, \quad (3)$$

где h_i - высота i -го яруса надстройки, м; l_i - длина i -го яруса надстройки, м.

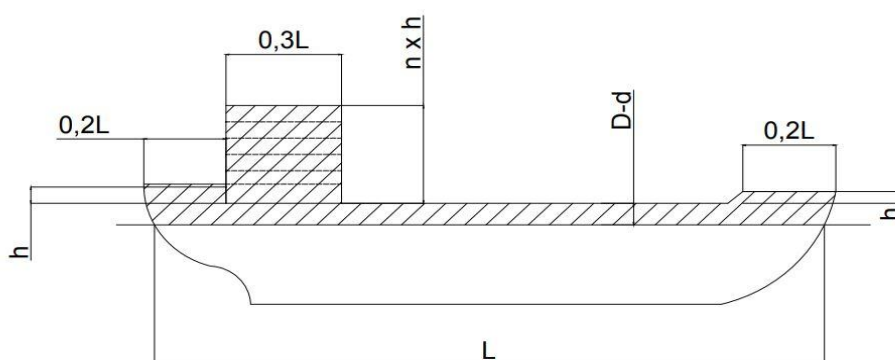


Рисунок 2 - Определение площади парусности корпуса

1.1.2. Характеристика снабжения N_c для буксиров

$$N_c = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2 (Ba + \sum h_i b_i) + 0,1A, \quad (4)$$

где b_i – ширина соответствующего судна надстройки или рубки, м.

Контейнеры и другие палубные грузы, перевозимые на палубе и на закрытиях грузовых люков, мачты, грузовые стрелы, такелаж, леерное ограждение и другие поворотные конструкции при определении h и A могут не учитываться, а также фальшборт и комингсы люков высотой менее 1,5 м.

1.1.3. Характеристика снабжения N_c для плавучих кранов

$$N_c = 1,5\Delta^{2/3} + 2Bh + 2S + 0,1A, \quad (5)$$

где S – проекция на плоскость мидель-шпангоута площади парусности верхнего строения (в походном положении), m^2 , расположенной выше настила палубы самой высокой рубки, учитываемой при определении h ; при этом площадь парусности определяется как площадь, ограниченная внешним контуром конструкции.

1.2. Порядок выполнения работы

1.2.1. Определяется характеристика снабжения судна (см. п. 1.1.1 теоретического раздела).

1.2.2. В зависимости от полученной характеристики снабжения по Правилам МРС определяется: число и масса станковых якорей и стоп-анкером; калибр и длина цепей для всех судов, кроме рыболовных, определяется по табл. 3.1.3-1 [I, с. 51], по характеристике снабжения N_c . Для рыбопромысловых судов по табл. 3.1.3-2 [I, 53].

В качестве основных, на судах применяются якоря: Холла, Грузона и адмиралтейские. Конструкция, габаритные размеры и массы этих якорей стандартизованы, должен быть принят стандартный якорь, масса которого удовлетворяет МРС [II].

1.2.3. Определение размеров якорных цепей

Цепи должны комплектоваться из отдельных смычек, длиной не более 27,5 м и не менее 25 м. Смычки, в зависимости от их расположения в цепи делятся:

- на якорную, крепящуюся к якорю;
- промежуточную;
- коренную, закрепленную к устройству для отдачи якоря.

Общая длина двух цепей, выбранная по Правилам МРС представляет собой суммарную длину только промежуточных смычек, в указанную длину не входит.

Каждая промежуточная смычка, должна состоять из нечетного количества звеньев, следовательно, после выбора стандартной цепи необходимо уточнить длину смычек (табл. 1).

Расчет длины промежуточной смычки сводится в табл. 1.

Таблица 1 - Определение длины промежуточной смычки

Определяемые величины	Формулы	Расчет	Примечание
Расчетное количество звеньев в смычке	$Z = 25000/4d$		d – калибр цепи, мм; Z – округляется до целого нечетного числа
Длина смычки, м	$l_{см} = (zd+2d)/1000 \leq 27,5$		
Общее количество промежуточных смычек	$Z_2 = L / l_{см}$		Z ₂ округляется до большего целого числа L – общая длина цепей по Правилам Регистра, м
Уточненная длина цепи, м	$L=Z_2 \cdot l_{см}$		

1.2.4. Расчет и выбор стоп-анкера

Длина троса, разрывное усилие троса (кН) для стоп – анкера определяется по таблице 3.1.3-1 и 3.1.3-2 [I, с. 51 - 53] в зависимости от N_с.

Суда ограниченного района плавания R3 (портовое, рейдовое и прибрежное плавание в границах, установленных Правилами МРС – стоп-анкера могут не иметь.

1.2.5. Выбор стопоров

После выбора станowych якорей и стоп-анкера осуществляем выбор стопоров. Стопоры для крепления якорных цепей и якорей определяются по калибру цепи. Основные характеристики различных типов стопоров даны в таблице 11.10-11.13 [Приложение А].

Стоянка морских судов на якоря, как правило, осуществляется на тормозах якорных механизмов, которые обеспечивают отдачу якорных цепей и их подтормаживание при травлении. Однако для каждой якорной цепи предусматривают стопор, обеспечивающий удерживание якоря в клюзе по-походному или предназначенный, кроме того, для стоянки судна на якорю. Все типы стопоров стандартизованы. Наиболее распространенные - вспомогательные стопоры для крепления якорных цепей, которые применяют для крепления якорей по-походному, при осмотре или ремонте якорного механизма.

Подбор стопора, следует производить для одного из станowych якорей.

Вспомогательные стопоры бывают следующих конструкций:

- фрикционные винтовые стопоры для цепей калибром от 11 до 72 мм.

Конструкция стопоров позволяет фиксировать звенья якорной цепи в любом положении относительно стопора [3, рис. 11.26], стопоры с закладным палом [Приложение А, рис.13], применяются для якорных цепей больших калибров.

Эксцентриковые стопоры для якорных цепей калибров 11 и 13 мм, применяют на малых судах и катерах.

1.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3.

1.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размерения и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением всех требований ЕСКД (ГОСТ Р 2.206-2019. Текстовые документы).

1.5. Контрольные вопросы

1. По какому параметру выбирается якорное снабжение судна?
2. Что такое становой якорь?
3. Что такое стоп-анкер?
4. Перечислить типы вспомогательных стопоров.
5. Дать характеристику различных типов вспомогательных стопоров.
6. Перечислить составляющие промежуточной смычки якорной цепи.
7. Что такое звено Кентера?
8. Что такое якорный клюз?
9. Какие конструктивные типы якорей применяются в качестве становых?

Практическая работа № 2.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ШВАРТОВНОГО СНАБЖЕНИЯ СУДНА ПО ПРАВИЛАМ МРС

Цель работы – ознакомить студентов с порядком определения швартовного снабжения судна по Правилам Морского Регистра Судоходства.

2.1. Теоретический раздел

В соответствии с Правилами МРС швартовное снабжение морских судов определяется в зависимости от характеристики снабжения [I, часть 3, гл. 3.2, п. 3.2.1].

Определение характеристики снабжения приведено в практической работе № 1.

Количество, длина и разрывное усилие в целом, швартовных канатов должны выбираться по характеристике снабжения EN для всех видов судов, кроме рыболовных, из таблицы 3.1.3-1, а для рыболовных судов из таблицы 3.1.3-2 [I, с. 51-53].

2.2. Порядок выполнения работы

2.2.1. По характеристике снабжения из таблиц 3.1.3-1 или 3.1.3-2 [5, с. 51 - 53] выбирается длина и разрывное усилие швартовных канатов.

2.2.2. Количество швартовов уточняется в зависимости от отношения площади парусности к характеристике снабжения [5, с. 254]. Для судов у которых A/EN более 0,9 число швартовных тросов должно быть увеличено по сравнению с выбранным

на 1 шт. – для судов, у которых $0,9 < A/EN \leq 1,1$,

на 2 шт. – для судов, у которых $1,1 < A/EN \leq 1,2$,

на 2 шт. – для судов, у которых $A/EN \leq 1,2$.

2.2.3. По разрывному усилию каната, в целом, подбираются стандартные швартовные канаты, приведенные в справочной литературе [3, с. 308 - 310].

2.2.4. В зависимости от диаметра стального каната или окружности растительного каната выбираются стандартные элементы швартовного устройства: кнехты, киповые планки, вьюшки, швартовные клюзы, основные размеры которых представлены в приложении А настоящих методических указаний.

2.2.5. Рекомендуемое число кнехтов определяется по табл. 5 приложения А и уточняется в зависимости от спецификации данного судна.

2.2.6. Общая компоновка швартовного устройства выбирается согласно рекомендациям [3, с. 293 - 302].

2.2.7. После определения всех элементов вычертить в масштабе компоновку швартовного устройства.

2.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3. Вариант задания должен соответствовать выбранному в практической работе № 1.

2.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размерения и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением всех требований ЕСКД (ГОСТ Р 2.206-2019. Текстовые документы).

2.5. Контрольные вопросы

1. По какому параметру выбирается швартовное снабжение судна?
2. Что такое кнехт?
3. Что такое киповая планка?
4. Перечислить типы киповых планок.
5. Дать характеристику различных типов швартовных клюзов.
6. Назначение и место расположения на судне швартовных вьюшек.
7. Типы канатов, применяемые в качестве швартовных.
8. Основные схемы швартовки судов.
9. Конструктивные особенности швартовных кнехтов.

Практическая работа № 3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА СУДНО В ПЕРИОД ЯКОРНОЙ СТОЯНКИ

Цель работы – ознакомить студентов с методикой по определению сил, действующих на судно в период якорной стоянки, применяемой при инженерных расчетах элементов якорного и швартовного устройства.

3.1. Теоретический раздел

3.1.1. Сила ветра, действующая на надводную часть судна, определяется по формуле

$$R_v = K_v \cdot S_n \cdot v_{эф}^2, \quad (1)$$

где $K_v=1$ – ветровой коэффициент; S_n – приведенная площадь парусности, m^2 , определяемая по формуле

$$S_n = S_H + 0,3S_K, \quad (2)$$

S_H – площадь проекции надстройки и рубок на плоскость мидель-шпангоута, m^2

$$S_H = B \cdot h_H + b_p \cdot h_p, \quad (3)$$

где B – ширина судна, м; h_H , h_p – высота надстройки и рубки, м; i , j – количество ярусов надстройки (рубки); S_K – площадь проекции надводной части корпуса на площадь мидель-шпангоута, m^2 , определяемая по формуле

$$S_K = (D - d) \cdot B, \quad (4)$$

где D – высота борта, м; d – осадка судна, м;

$v_{эф}$ – эффективная скорость ветра, м/с, определяемая по формуле

$$v_{эф.} = v_0 \sqrt{1 + \frac{2}{\pi} \left(\frac{\delta v}{v_0} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{\delta v}{v_0} \right)^2} \quad (5)$$

$v = v_1 - v_0$ – дополнительная скорость ветра при шквале, м/с; v_0 и v_1 – средняя скорость и скорость ветра при шквале по шкале Бофорта (таблица А.2 приложения А), м/с.

3.1.2. Сила течения, действующая на подводную часть корпуса, H

$$R_T = (\xi_T + \xi_{ш} + \xi_{с.ч.}) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_T^2 \cdot \Omega, \quad (6)$$

где $\rho = 1025 \text{ кг/м}^3$ – плотность морской воды;

$\xi_T = f(Re)$ – коэффициент сопротивления трения пластины (таблица А.3 приложения А);

$\xi_{в.ч.}$ – поправка на выступающие части, равная
 $\xi_{в.ч.} = (0,3 \dots 0,4) \cdot 10^{-3}$ – для многовальных судов;
 $\xi_{в.ч.} = (0,1 \dots 0,2) \cdot 10^{-3}$ – для одновальных судов;
 $\xi_{ш.}$ – поправка на шероховатость, равная
 $\xi_{ш.} = (0,2 \dots 0,3) \cdot 10^{-3}$ – для свежеокрашенного корпуса;
 $\xi_{ш.} = (0,5 \dots 0,6) \cdot 10^{-3}$ – для обросшего корпуса;
 $v_t = (1,5 \dots 2,0)$ м/с – скорость морского течения ;
 Re – число Рейнольдса, определяемое по формуле

$$Re = \frac{L \cdot v_T}{\nu} \quad (7)$$

где L – длина судна, м; $\nu = 1,57 \cdot 10^{-6}$ м²/с – коэффициент вязкости воды.

3.1.3. Смоченная поверхность, м², в зависимости от коэффициента общей полноты судна определяется по следующим эмпирическим формулам:

- формула Семеки В.А. (применяется для судов с $\delta > 0,70$)

$$\Omega = L \cdot d [2 + 1,37(\delta - 0,274)], \quad (8)$$

где L , B , d , δ – длина, м, ширина, м, осадка, м, коэффициент общей полноты судна соответственно;

- формула Мурагина (для быстроходных судов)

$$\Omega = L (1,36d + 1,13\delta B), \quad (9)$$

- формула Нечаева Ю.И.

$$\Omega = 1,91 \sqrt[3]{V} (\sqrt[3]{V} + 0,4 \cdot L), \quad (10)$$

где V – объемное водоизмещение судна, м³.

3.1.4 Сопротивление течения на застопоренные винты, Н

$$R_{з.в.} = 50 \cdot \Theta \cdot D_v^2 \cdot v_T^2, \quad (11)$$

где D_v – диаметр винта, м. При расчетах следует принимать $D_v = (0,7 \dots 0,8) d$;
 Θ – дисковое отношение винта, $\Theta \approx 0,4$.

3.1.5 Сумма всех сил, действующих на судно в период якорной стоянки

$$R = R_v + R_T + R_{з.в.} \quad (12)$$

3.2. Порядок выполнения работы

Таблица 1 - Определение сил, действующих на судно при якорной стоянке

Определяемые величины	Формулы	Расчет
Сила ветра, действующая на наводную часть судна, Н	$R_{\text{в}} = K_{\text{в}} \cdot S_{\text{н}} \cdot v_{\text{эф}}^2$	
Приведенная площадь парусности, м ²	$S_{\text{п}} = S_{\text{н}} + 0,3S_{\text{к}}$	
Площадь проекции надстройки и рубок на плоскость мидель-шпангоута, м ²	$S_{\text{н}} = \sum_i B \cdot h_{\text{н}} + \sum_j b_{\text{р}} \cdot h_{\text{р}}$	
Площадь проекции надводной части корпуса на площадь мидель-шпангоута, м ²	$S_{\text{к}} = (D-d) \cdot B$	
Эффективная скорость ветра, м/с	$v_{\text{эф}} = v_0 \sqrt{1 + \frac{2}{\pi} \left(\frac{v}{v_0} \right) + \frac{1}{2} \left(\frac{v}{v_0} \right)^2}$	
Сила течения, действующая на подводную часть корпуса, Н	$R_{\text{т}} = (\xi_{\text{т}} + \xi_{\text{ш}} + \xi_{\text{в.ч}}) \cdot 0,5 \cdot \rho \cdot v_{\text{т}}^2 \cdot \Omega$	
Число Рейнольдса	$Re = \frac{L \cdot v_{\text{т}}}{\nu}$	
Смоченная поверхность корпуса судна, м ²		
Соппротивление течения на за- стопоренные винты, Н	$R_{\text{з.в.}} = 50 \cdot \Theta \cdot D_{\text{в}}^2 \cdot v_{\text{т}}^2$	
Сумма всех сил, действующих на судно в период якорной стоянки, Н	$R = R_{\text{в}} + R_{\text{т}} + R_{\text{з.в.}}$	

3.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3. Вариант задания должен соответствовать выбранному в практической работах № 1 и 2.

3.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размерения и основные характеристики судна.
2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ Р 2.206-2019. Текстовые документы).

3.5. Контрольные вопросы

1. Как определяется приведенная площадь парусности судна?
2. Перечислить силы, действующие на судно в период якорной стоянки.
3. Что такое сопротивление трения пластины?
4. От чего зависит поправка на шероховатость корпуса?
5. Что такое число Рейнольдса?
6. От чего зависит поправка на выступающие части?
7. Что такое смоченная поверхность судна?
8. Как определяется смоченная поверхность судна?

Практическая работа № 4. РАСЧЕТ УСИЛИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ

Цель работы – ознакомить студентов с существующими методами расчета усилий для определения основных параметров якорно-швартовых механизмов.

4.1. Теоретический раздел

4.1.1. Определение усилий на звездочке якорного механизма и швартовном барабане

Процесс снятия судна с якоря разделяется на три периода:

I период – подтягивание судна к якорю – характеризуется постоянным натяжением якорной цепи и обеспечивает якорному механизму установившийся режим работы;

II – отрыв якоря от грунта – наступает в момент, когда заканчивается подтягивание и якорная цепь занимает вертикальное положение;

III – подъем якоря с цепью на борт судна, начинается после отрыва якоря от грунта.

Зависимость условной глубины якорной стоянки от калибра якорной цепи:

d до 14 мм – $h_y = 1/3$ полной длины якорной цепи;

$d = 15 - 17$ мм – $h_y = 65$ м;

$d = 18 - 28$ мм – $h_y = 80$ м;

d более 28 мм – $h_y = 100$ м.

4.1.1.1. Усилие на звездочке в якорном механизме в первом периоде, Н:

$$T_1 = kgq \frac{l^2 - h^2}{2h}, \quad (1)$$

где l – длина провисшего участка вытравленной за борт цепи, м:

$$l = h \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot R}{0,87 \cdot q \cdot h \cdot g} + 1}, \quad (2)$$

где h – глубина якорной стоянки, м; $k = 1,2 \dots 1,3$ – коэффициент, учитывающий потери при трении цепи о клюз; $0,87$ – коэффициент, учитывающий потери веса стали в воде; Q – масса одного погонного метра якорной цепи, кг/м (таблица А1 приложения А); $g = 9,81$ м/с² – ускорение свободного падения.

4.1.1.2. Усилие на звездочке якорного механизма во втором периоде, Н:

$$T_2 = kg [0,87(Q + qh) + 2q], \quad (3)$$

где Q – масса якоря, м.

4.1.1.3. Усилие на звездочке якорного механизма в третьем периоде, Н:

$$T_3 = 0,87kg (Q + qh). \quad (4)$$

4.1.1.4. Усилия на звездочке якорного механизма при использовании брашпиля, Н:

$$T_4 = 2 \cdot 0,87kg (Q + qh/2). \quad (5)$$

4.1.1.5. Номинальная расчетная нагрузка по Правилам Регистра, Н:

$$T_{ном} = 11,3 (qh_y + Q) . \quad (6)$$

4.1.1.6. Необходимое условие расчета

$$\begin{aligned} T_{расч} &\geq T_{ном} \\ T_{расч} &\geq 2 \cdot T_{ном}^* \end{aligned} \quad (7)$$

4.1.1.7. Усилие на швартовном барабане, Н

$$T_{ш} = \frac{\sigma_{ш} \cdot d^2}{0,636} , \quad (8)$$

где d – диаметр каната, м;

$\sigma_{ш}$ – условное напряжение, принимаемое:

$\sigma_{ш} = 13$ МПа - для морских судов;

$\sigma_{ш} = 11...13$ МПа - для судов внутреннего плавания.

4.1.2. Определение основных параметров механизмов

На современных судах, как правило, применяются механизмы с электрическими или гидравлическими приводами. Правилами МРС допускается на судах с характеристикой снабжения менее 205 установка ручных якорных механизмов, а также использование других палубных механизмов.

Типы якорных механизмов, рекомендуемые для установки на суда, приведены в литературе [3, с. 277 - 287].

4.2. Порядок выполнения работы

Расчет усилий и основных параметров механизмов сводим в таблицу.

Таблица 1 - Определение основных параметров механизмов

Определяемые величины	Формулы	Примечание
Длина провисшего участка вытравленной за борт цепи, м	$l = h \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot R}{0,87 \cdot q \cdot h \cdot g} + 1}$	
Усилие на звездочке якорного механизма в первом периоде, Н	$T_1 = kgq \frac{l^2 - h^2}{2h}$	
Усилие на звездочке якорного механизма во втором периоде, Н	$T_2 = kg[0,87(Q + qh) + 2q]$	

Усилие на звездочке якорного механизма в третьем периоде, Н	$T_3 = 0,87kg(Q + qh)$	
Усилия на звездочке якорного механизма при использовании брашпиля, Н	$T_4 = 2 \cdot 0,87kg(Q + qh/2)$	Одновременный подъем двух якорей с глубины, равной полной якорной стоянке
Номинальная расчетная нагрузка по Правилам Регистра, Н	$T_{ном} = 11,3(qh_y + Q)$	h_y - условная глубина якорной стоянки, м. Выбирается в зависимости от калибра цепи
Необходимое условие расчета	$T_{расч} \geq T_{ном}$ $T_{расч} \geq 2 \cdot T_{ном}^*$	* Для брашпиля при подъеме двух якорей
Усилие на швартовном барабане, Н	$T_{ш} = \frac{\sigma_{ш} \cdot d^2}{0,636}$	
Необходимое усилие	$T_{ш} < R_p$	R_p - разрывное усилие троса, Н

4.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3. Вариант задания должен соответствовать выбранному в практической работе № 1.

4.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размерения и основные характеристики судна.
2. Расчетную часть.
3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ Р2.206-2019. Текстовые документы).

4.5. Контрольные вопросы

1. Как зависит длина якорной цепи от глубины якорной стоянки?
2. На каких судах применяются ручные якорные механизмы?
3. Что такое калибр цепи?
4. Что такое контрофорс?
5. Типы цепей, применяемых в качестве якорных.

Практическая работа № 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЦЕПНОГО ЯЩИКА

Цель работы – ознакомить студентов с основными требованиями, предъявляемыми к форме и размерам цепных ящиков при их проектировании, а также ознакомить с методикой расчета основных параметров цепного ящика.

5.1. Теоретический раздел

Цепные ящики предназначены для хранения якорных цепей. Для каждой якорной цепи должен быть предусмотрен отдельный цепной ящик. Рекомендуемые формы их поперечного сечения приведены в справочной литературе [3, с. 268-275].

На современных судах основной формой цепных ящиков является круглая, обеспечивающая самоукладку якорной цепи под действием собственного веса, без растаскивания вручную. При этом диаметр цепного ящика D , его высота H определяются по приведенным ниже формулам, в табличной форме.

5.2. Порядок выполнения работы

Расчет размеров цепного ящика сводим в таблицу.

Таблица 1 - Определение размеров цепного ящика

Определяемые величины	Формулы	Примечание
Диаметр цепного ящика D , мм	$D = k l d$	d - калибр якорной цепи, мм $k = 30 \dots 40$ – коэффициент
Высота цепного ящика, м	$H = 1,27 \cdot \frac{V}{D^2} + h_k + h$	
Объем цепного ящика, необходимый для укладывания якорной цепи, без учета конусной части, m^3	$V = k_2 \cdot d^2 \cdot (L - L_1) \cdot 10^{-5}$	$k_2 = 0,9$ – эмпирический коэффициент; L – общая длина якорной цепи, помещаемой в цепной ящик, м
Высота конуса, образованного якорной цепью при само укладке в верхней части цепного ящика, м	$h_k = 0,55 \cdot D$	
Запас высоты цепного ящика, м	$h = 2,5 \cdot l$	$l = 5 \cdot d$ - для общего звена и цепи без контрфорса, м; $l = 6 \cdot d$ - для общих звеньев цепи с контрфорсом, м.
Длина цепи, размещенной в конусе, образованном при самоукладке, м	$L_1 = 1,6 \cdot 10^4 \cdot \frac{D^3}{d^2}$	D – м; d – м.
Необходимый объем трапециевидного ящика, m^3	$V = k_2 \cdot d^2 \cdot L \cdot 10^{-5}$	

5.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3. Вариант задания должен соответствовать выбранному в практических работах № 1 - 4.

5.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размерения и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ Р 2.206-2019. Текстовые документы).

5.5. Контрольные вопросы

1. Что такое цепной ящик?
2. Какие формы цепных ящиков применяются на современных судах?
3. От чего зависит высота и объем цепного ящика?
4. От чего зависит запас высоты цепного ящика?
5. Что такое цепные трубы?

Практическая работа № 6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЯКОРНОГО КЛЮЗА

Цель работы – ознакомить студентов с основными требованиями к проектированию якорных клюзов, выполнение которых обеспечивает нормальную эксплуатацию якорного устройства.

6.1. Теоретический раздел

Наиболее распространенным типом якорных клюзов на морских судах, являются нормальные якорные клюзы. К этим клюзам предъявляется ряд основных требований, указанных в [3, с. 251], которые обеспечиваются необходимым положением оси клюза.

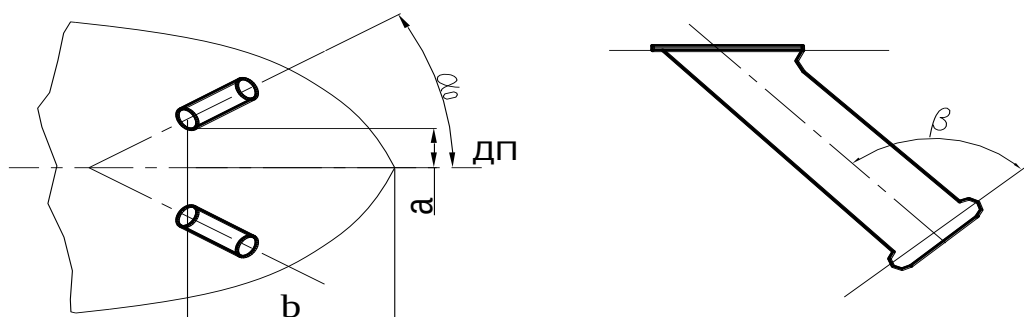


Рисунок 1 - Схема размещения якорного клюза

6.2. Порядок выполнения работы

Расчет параметров якорных клюзов сводим в таблицу.

Таблица 6.1 - Определение основных параметров якорных клюзов

Определяемые величины	Формулы	Примечание
Расстояние от ДП до точки пересечения оси клюза с палубой, м	$a = 0,5c$ $a = 0,5c - (1,0...2,0)d$	При $\alpha_0 \leq 15^\circ$ При $\alpha_0 > 15^\circ$ c - расстояние между звездочками брашпиля, м
Расстояние от форштевня судна до пересечения оси клюза с палубой, м	$b = (80...90) \cdot d$ $b = (90...110) \cdot d$	- для судов с полными носовыми обводами; - для судов с нормальными носовыми обводами
Угол между вертикальной плоскостью z-z, проходящей через ось клюза и ДП	$\alpha_0 \approx 30^\circ$	
Угол, характеризующий наклон якорного клюза к вертикальной плоскости z-z	$\beta = 30^\circ \div 60^\circ$	

Длина клюзовой трубы, мм	$l_k = 185\sqrt[3]{Q}$	Q – масса якоря, кг
Внутренний диаметр клюзовой трубы	$D_k = 33\sqrt[3]{Q}$	
Толщина стенки рабочей части клюзовой трубы	$S_k \geq 0,4d_{\text{ц}}$	$d_{\text{ц}}$ – калибр якорной цепи, мм

6.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3. Вариант задания должен соответствовать выбранному в практической работе №1.

6.4. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размерения и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ Р 2.206-2019. Текстовые документы).

6.5. Контрольные вопросы

1. Что такое якорный клюз?
2. От чего зависит расстояние от форштевня судна до пересечения оси клюза с палубой?
3. Почему труба якорного клюза имеет различную толщину?
4. Конструктивные особенности якорных клюзов.
5. Чему равен угол между вертикальной плоскостью, проходящей через ось клюза и ДП?
6. В каких пределах находится угол, характеризующий наклон якорного клюза к вертикальной плоскости?

Практическая работа № 7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЧНЫХ РАЗМЕРОВ УЗЛА ДЛЯ БЫСТРОЙ ОТДАЧИ ЯКОРЯ

Цель работы – ознакомить студентов с основными правилами проектирования узла быстрой отдачи цепи, применяемого в инженерных расчетах.

7.1. Порядок выполнения работы

Расчет производится в табличной форме.

Таблица 1 – Определение прочных размеров якорного клюза

Определяемые величины	Формулы	Примечание
Размеры откидного гака, мм	$t = 1,6 \cdot d$ $H = 2,5 \cdot d$ $R = 2 \cdot d$ $R_1 = 4 \cdot d$ $r = 0,6 \cdot d$ $h = 1,5 \cdot d$	d – калибр якорной цепи, мм
Длина откидного гака, м	$l = \frac{4 \cdot W \cdot \sigma_T}{0,6 \cdot P_p}$	σ_T – предел текучести материала, МПа P_p – разрывное усилие якорной цепи, определяемое по калибру цепи
Момент сопротивления поперечного сечения гака, м ³	$W = \frac{t \cdot H^2}{6} = 1,68 \cdot d^3$	
Расстояние между перемышками корпуса, мм	$B = 4 \cdot d$	
Диаметр осей, мм	$d_0 = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot P_p \cdot d}{\sigma_T}}$	σ_T – предел текучести материала осей гака, МПа
Отношение	$\frac{l}{c} > 2$	

7.2. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для конкретного архитектурно-конструктивного типа судна по указанию преподавателя из таблиц Б.1, Б.2, Б.3. Вариант задания должен соответствовать выбранному в практических работах № 1 - 6.

7.3. Содержание отчета

Отчет по практической работе должен содержать следующие разделы:

1. Исходные данные: краткая характеристика архитектурно-конструктивного типа судна, для которого проводятся расчеты, главные размеры и основные характеристики судна.
2. Расчетную часть.
3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ Р 2.206-2019. Текстовые документы).

7.4. Контрольные вопросы

1. Что такое узел быстрой отдачи якоря?
2. Основные элементы узла быстрой отдачи якоря.
3. Конструктивные особенности узлов быстрой отдачи якоря в зависимости от его расположения в цепном ящике.
4. От чего зависит длина откидного гака?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила классификации и постройки морских судов. т. I, ч. III. Российский Морской Регистр Судоходства. – СПб.: Транспорт, 2021. – 471 с.
2. СТ СЭВ 1843-79. Якорь Холла.
3. Справочник по судовым устройствам / А.Н. Гурович. Т. I. – Л.: Судостроение, 1975. – 351 с.
4. Проектирование общесудовых устройств: учебное пособие / В.В. Зайцев, А.Е. Еганов, Ю.Н. Коробанов, Э.В. Талышев, Вал. В. Зайцев. – Николаев: Изд-во «ИЛИОН»; изд-во УГМТУ, 2004. – 300 с. – рус.
5. Судовые устройства: справочник / Под ред. М.Н. Александрова. - Л.: Судостроение, 1987. – 656 с.; ил.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Таблица А.1 - Калибр и масса одного погонного метра якорной цепи, кг

Калибр, мм	I категория. Цепи якорные обыкновенные электросварные	II категория. Цепи якорные повышенной прочности		Некатегор- ийные цепи якорные электросвар- ные
		Электросвар- ные	Литые	
11	-	-	-	2,76
13	-	-	-	3,82
15	4,83	4,83	-	5,54
17	6,03	6,03	-	6,59
19	7,50	7,50	-	8,20
22	10,00	10,00	-	11,10
25	13,00	13,00	-	14,30
28	16,20	16,20	-	17,80
31	20,30	20,30	-	22,40
34	24,00	24,00	-	26,20
37	29,00	29,00	-	32,00
40	33,10	33,10	-	-
43	38,90	38,90	39,7	-
46	43,70	43,70	45,4	-
49	50,60	50,60	51,7	-
53	58,20	58,20	60,3	-
57	68,60	68,60	69,9	-
62	80,90	-	82,8	-
67	94,60	-	95,9	-
72	-	-	11,4	-
77	-	-	127,9	-
82	-	-	144,3	-

Таблица А.2 - Шкала Бофорта

Сила ветра в баллах	Словесная характеристика ветра	Скорость на высоте 6 м над уровнем моря, м/с		Давление на высоте 6 м над уровнем моря, $\frac{кгс}{м^2} / Па^*$	
		Средняя V_0	При шквале V_1	Среднее q_0	При шквале q_1
0	Штиль	0	1,0	0/0	0,1/1,0
1	Тихий ветер	1,0	3,2	0,2/2	0,8/7,8
2	Легкий ветер	3,0	6,2	0,5/5	3,1/30,4
3	Слабый ветер	4,0	9,6	2,2/21	7,5/73,6
4	Умеренный ветер	6,0	13,6	4,5/44	15/147
5	Свежий ветер	9,0	17,8	6,0/59	25,7/252
6	Сильный ветер	11,0	22,2	11,0/108	40,0/392
7	Крепкий ветер	14,0	26,8	17,0/167	58,4/573
8	Очень крепкий ветер	17,0	31,6	25,0/245	81,3/798
9	Шторм	20,0	36,7	36,0/353	109,7/1076
10	Сильный шторм	23,0	42,0	47,0/461	143,5/1408
11	Жестокий шторм	27,0	47,5	54,0/628	183,5/1800
12	Ураган	>29	>53	>74/>72,5	>229/2247

*Давление ветра приведено в числителе в единицах МКГСС, в знаменателе – в СИ.

Таблица А.3 - Коэффициент сопротивления трения гладких пластин

$Re \cdot 10^{-5}$	$\xi_T \cdot 10^3$	$Re \cdot 10^{-6}$	$\xi_T \cdot 10^3$	$Re \cdot 10^{-7}$	$\xi_T \cdot 10^3$	$Re \cdot 10^{-8}$	$\xi_T \cdot 10^3$
1,00	7,16	2,50	3,77	5,00	2,35	7,50	1,63
1,25	6,81	3,00	3,66	5,50	2,32	8,00	1,62
1,50	6,53	3,50	3,58	6,00	2,29	8,50	1,61
1,75	6,34	4,00	3,50	6,50	2,26	9,00	1,60
2,00	6,15	4,50	3,43	7,00	2,24	9,50	1,59
2,50	5,87	5,00	3,37	7,50	2,22	10,00	1,57
3,00	5,65	5,50	3,31	8,00	2,20	12,50	1,53
3,50	5,48	6,00	3,26	8,50	2,18	15,00	1,49
4,00	5,34	6,50	3,22	9,00	2,16	17,50	1,46
4,50	5,22	7,00	3,18	9,50	2,14	20,00	1,44
5,00	5,11	7,50	3,15	10,00	2,13	25,00	1,40
5,50	5,01	8,00	3,11	12,50	2,06	30,00	1,37
6,00	4,93	8,50	3,08	15,00	2,01	35,00	1,35
6,50	4,85	9,00	3,05	17,50	1,97	40,00	1,33
7,00	4,78	9,50	3,03	20,00	1,94	45,00	1,31
7,50	4,72	10,00	3,00	25,00	1,88	50,00	1,29
8,00	4,66	12,50	2,90	30,00	1,83	55,00	1,28
8,50	4,61	15,00	2,82	35,00	1,80	60,00	1,27
9,00	4,56	17,50	2,75	40,00	1,77	65,00	1,26
9,50	4,51	20,00	2,69	45,00	1,74	70,00	1,25
10,00	4,45	25,00	2,60	50,00	1,71	75,00	1,24
12,50	4,30	30,00	2,53	55,00	1,69	80,00	1,23
15,00	4,15	35,00	2,48	60,00	1,67	85,00	1,22
17,50	4,03	40,00	2,43	65,00	1,65	90,00	1,21
20,00	3,94	45,00	2,38	70,00	1,64	95,00	1,20

Таблица А.4 – Диаметры пятикулачковых цепных звездочек, мм и ориентировочные передаточные числа якорно-швартовых механизмов

Калибр цепи, мм	17	19	22	25	28	31	34	37
D_H	231	259	300	340	381	422	463	504
D_P	215	240	280	320	355	395	435	470
i	55	120	75	145	130	90	90	90
Калибр цепи, мм	40	43	46	49	53	57	62	67
D_H	544	585	625	667	721	776	844	912
D_P	510	550	585	625	675	725	790	855
i	90	90	90	106	106	113	113	170
Калибр цепи, мм	72	77	82	87	92	100	-	-
D_H	980	1048	1116	1184	1252	1361		
D_P	915	980	1045	1110	1170	1275		
i	170	173	173	207	207	207		

Таблица А.5 - Рекомендуемое число кнехтов (на оба борта)

Район судна	При водоизмещении судна, т						
	10-125	126-300	301-1000	1001-3000	3001-7800	7800-28000	28001-42000
Носовая оконечность	2	2	4	4	4	4	6
Средняя часть	-	2	2	4	6	8	10
Кормовая оконечность	2	2	4	4	4	4	6

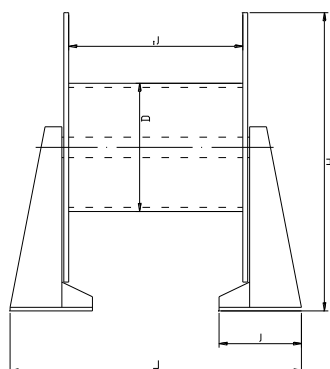
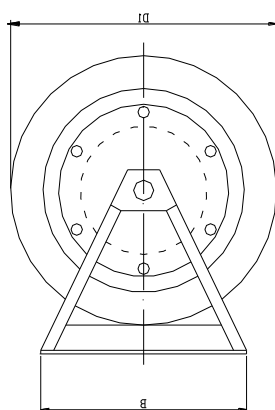
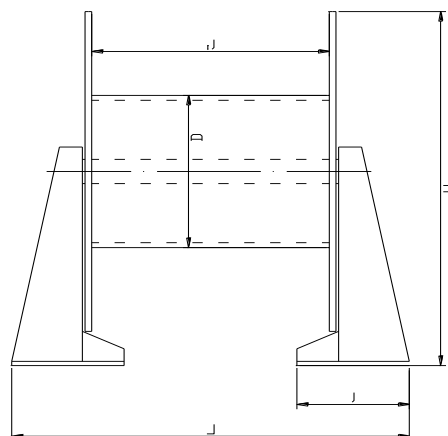
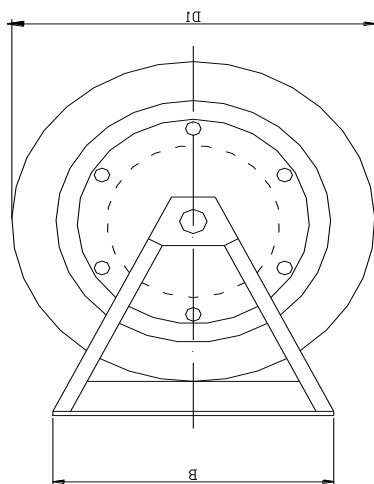


Рисунок А.1 – Вьюшка горизонтальная

Таблица А.6 - Основные размеры горизонтальных вьюшек

Диаметр стального каната, мм	Окружность пенькового каната, мм	Длина каната, мм	D, мм	D1, мм	l1, мм	L, мм	B, мм	H, мм	l, мм	Масса, кг
-	90-100	150	200	820	550	920	650	910	260	68
-	125-150	220	300	1170	800	1250	1010	1235	325	126
-	175-200	220	450	1420	1050	1600	1260	1486	415	224
15	-	125	250	620	370	660	490	685	200	33
19,5	-	100	250	620	370	660	490	685	200	33
19,5	-	220	300	780	480	770	560	815	200	44
21,5	-	175	300	750	480	770	560	815	200	44
19,5-21,5	-	300	300	840	550	920	650	930	260	76
26	-	220	300	840	550	920	650	930	260	76
26-34,5	-	300	400	1070	750	1160	870	1135	285	117
37	-	220	400	1070	750	1160	870	1135	285	117

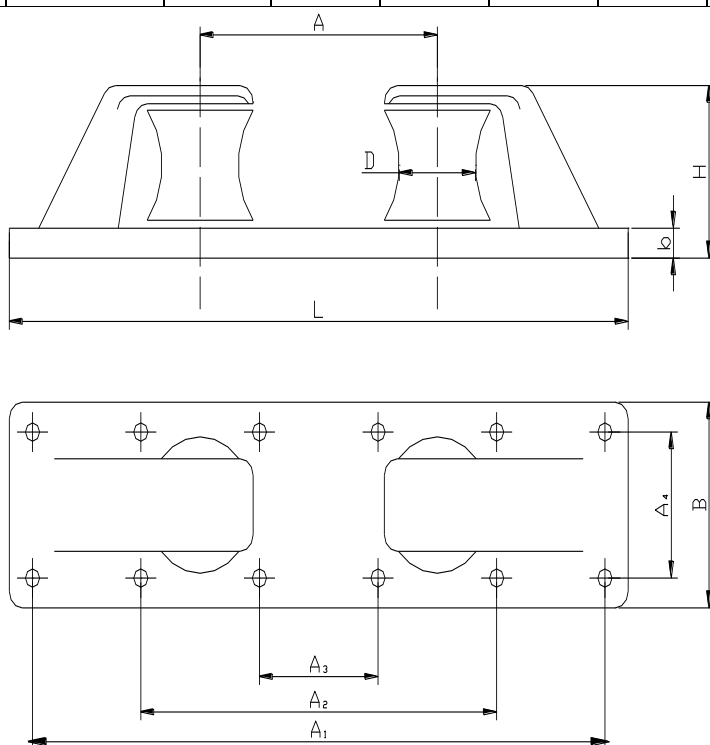


Рисунок А.2 – Киповая планка

Таблица А7 - Основные размеры киповых планок

L, мм	B, мм	H, мм	h, мм	A, мм	A1, мм	A2, мм	A3, мм	A4, мм	Винты	
									Размер	Количе- ство
640	175	158	30	240	580	110	115	-	M16	8
800	210	180	35	300	730	120	140	-	M20	8
940	245	207	40	360	860	140	165	-	M24	8
1100	280	235	40	420	1010	170	190	-	M27	8
1200	310	260	45	460	1110	230	220	-	M27	8
1300	340	270	45	500	1200	240	240	-	M30	8
1400	360	280	50	530	1300	260	260	800	M30	12
1580	400	305	50	590	1480	300	300	900	M30	12
1700	420	340	55	640	1590	310	310	980	M36	12

Таблица А8 - Размеры цепных труб

Калибр цепи, мм	Внутренний диаметр цепи, мм	Толщина стенки, мм			Калибр цепи, мм	Внутренний диаметр цепи, мм	Толщина стенки, мм		
		наклонной трубы		вертикальной трубы			наклонной трубы		вертикальной трубы
		нерабочей части	рабочей части				нерабочей части	рабочей части	
11	80	4	8	4	49	360	10	14	10
13	95				53	380	12	16	12
15	110				57	400			
17	125				62	450			
19	140				67	470	14	18	14
22	160	6	10	6	72	510			
25	180				77	540	16	20	16
28	200				82	580			
31	220				87	610	18	22	18
34	240				8	12			
37	160	100	700	20			24	20	
40	280	102	720						
43	300	10	14	10	107	750	22	26	22
46	330				112	800			

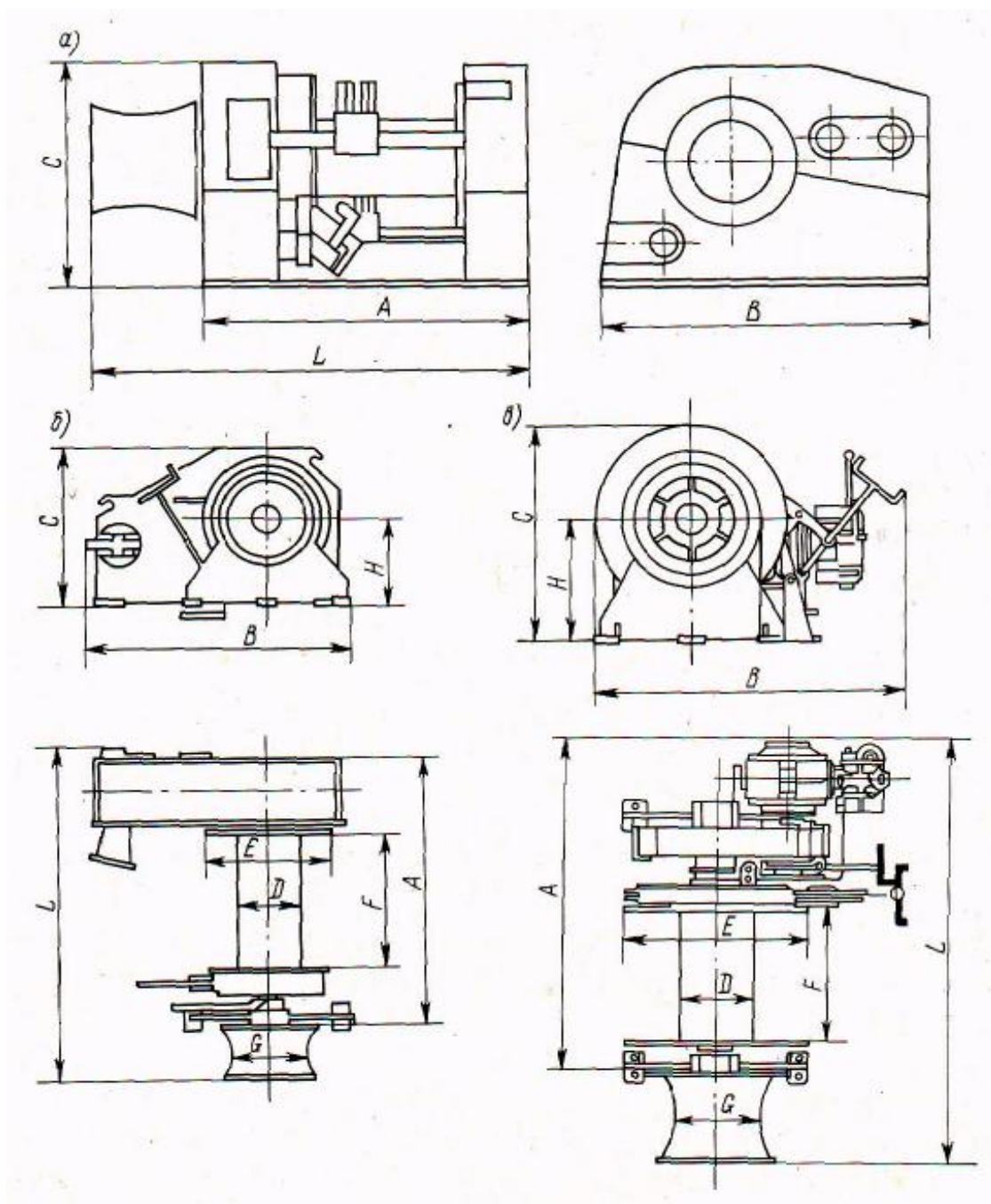


Рисунок А.3 – Основные размеры гидравлических автоматических
однобарабанных швартовых лебедок:
а – ЛЭГША-6; б, в – MV

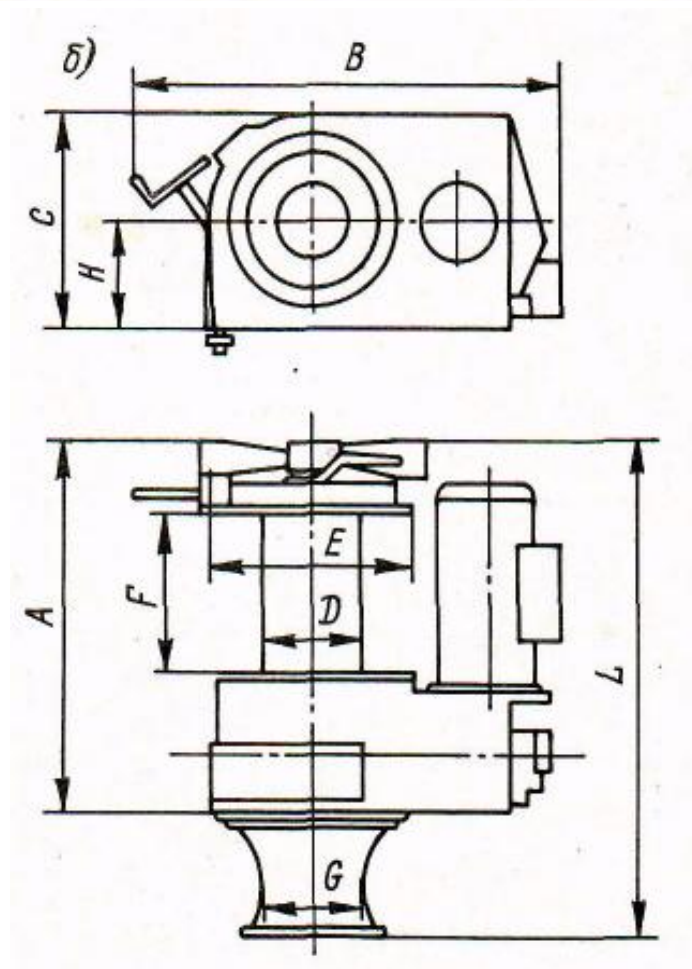
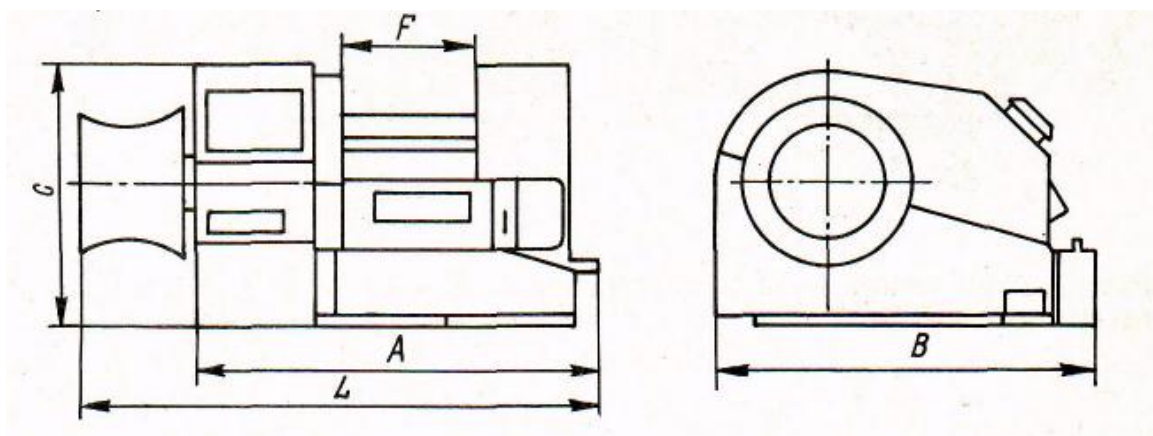


Рисунок А.4 – Основные размеры электрических
автоматических швартовых лебедок:
а – ЛЭША-2; б – SMV

Таблица А.9 - Основные характеристики автоматических швартовых лебедок																		
Марка	Номинальное тяговое усилие Т, кН	Скорость выбирания каната, м/с			Расход рабочей жидкости л/мин	Масса М, т	Размеры, м									L ₁	L ₂	G
		Минимальная V _{min}	Номинальная V _{ном}	Максимальная V _{max}			A	A ₁	A ₂	B	C	D	E	F	H			
ЛЭСША-1	49,0	0,07	0,13	0,27	-	5,6	-	-	-	1,8	1,285	-	-	-	-	-	-	-
	29,4	0,07	0,13	0,27	-	13,3	2,370	-	-	2,250	1,410	-	-	0,900	-	3,050	-	-
	49,0	0,07	0,13	0,27	-	13,3	2,370	-	-	2,250	1,410	-	-	0,900	-	3,050	-	-
	78,4	0,07	0,13	0,27	-	13,3	2,370	-	-	2,250	1,410	-	-	0,900	-	3,050	-	-
ЛЭГША-6	49,0	0,07	0,27	1,0	-	14,2	2,545	-	-	2,700	1,780	-	-	-	-	3,460	-	-
	78,4	0,07	0,27	1,0	-	14,2	2,545	-	-	2,700	1,780	-	-	-	-	3,460	-	-
	117,0	0,07	0,27	1,0	-	14,2	2,545	-	-	2,700	1,780	-	-	-	-	3,460	-	-
	30	-	0,25	0,75	30	2,1	1,510	-	-	1,455	1,105	0,520	0,900	0,900	0,530	2,110	-	0,525
MV	50	-	0,25	0,75	45	2,1	1,510	-	-	1,455	1,105	0,520	0,900	0,900	0,530	2,110	-	0,525
	80	-	0,25	0,75	70	2,8	1,640	-	-	1,595	1,105	0,520	0,900	0,900	0,530	2,240	-	0,525
	100	-	0,25	0,75	90	3,5	1,950	-	-	1,870	1,230	0,520	1,000	1,100	0,630	2,550	-	0,525
	120	-	0,20	0,60	85	3,5	1,950	-	-	1,870	1,230	0,520	1,000	1,100	0,630	2,550	-	0,525
	140	-	0,20	0,60	100	4,5	2,100	-	-	2,125	1,300	0,520	1,000	1,100	0,700	2,700	-	0,600
	160	-	0,20	0,60	115	4,5	2,100	-	-	2,125	1,300	0,520	1,000	1,100	0,700	2,700	-	0,600
	200	-	0,16	0,48	115	5,8	2,570	-	-	2,235	1,400	0,520	1,100	1,300	0,700	3,170	-	0,630
	240	-	0,16	0,48	135	7,0	2,630	-	-	2,370	1,550	0,520	1,100	1,300	0,800	3,230	-	0,630
	80	0,03	0,15	0,30		7,0	1,800	-	-	2,500	1,000	0,530	0,920	0,900	0,530	2,300	-	0,525
	100	0,03	0,16	0,32		7,0	2,070	-	-	2,400	1,160	0,530	1,100	0,900	0,600	2,670	-	0,630
	120	0,03	0,13	0,26		7,0	2,070	-	-	2,400	1,160	0,530	1,100	0,900	0,600	2,670	-	0,630
	140	0,03	0,11	0,23		7,0	2,200	-	-	2,850	1,370	0,530	1,100	0,900	0,710	2,800	-	0,630
160	0,02	0,10	0,20		7,0	2,200	-	-	2,850	1,370	0,530	1,100	0,900	0,710	2,800	-	0,630	
SMV	80	0,03	0,15	0,30		7,0	1,800	-	-	2,500	1,000	0,530	0,920	0,900	0,530	2,300	-	0,525
	100	0,03	0,16	0,32		7,0	2,070	-	-	2,400	1,160	0,530	1,100	0,900	0,600	2,670	-	0,630
	120	0,03	0,13	0,26		7,0	2,070	-	-	2,400	1,160	0,530	1,100	0,900	0,600	2,670	-	0,630
	140	0,03	0,11	0,23		7,0	2,200	-	-	2,850	1,370	0,530	1,100	0,900	0,710	2,800	-	0,630
MV8	80	0,03	0,17	0,28		7,5	2,033	1,783	1,895	1,775	1,420	0,521	1,350	0,850	0,745	2,530	4,228	4,375
	100	0,03	0,17	0,28		7,5	2,033	1,783	1,895	1,775	1,420	0,521	1,350	0,850	0,745	2,530	4,228	4,375
	120	0,03	0,17	0,28		7,5	2,033	1,783	1,895	1,775	1,420	0,521	1,350	0,850	0,745	2,530	4,228	4,375
	140	0,03	0,17	0,28		7,5	2,033	1,783	1,895	1,775	1,420	0,521	1,350	0,850	0,745	2,530	4,228	4,375

Продолжение таблицы А.9- Основные характеристики автоматических швартовых лебедок																			
Мар- ка	Номи- нальное тяговое усилие T_n , кН	Скорость выбирания каната, м/с			Расход рабочей жидкости при но- мина- льной скорости Q_n , л	М ас- са м, т	Размеры, м												
		Мини- маль- ная V_{min}	Номи- наль- ная $V_{ном}$	Мак- си- маль- ная V_{max}			A	A_1	A_2	B	C	D	E	F	H	L	L_1	L_2	G
MV1 2	117.6	0.02	0.19	0.37	112	4.0	2.057	1.807	1.871	1.882	1.420	0.521	1.350	0.850	0.745	2.591	4.228	4.425	0.521
	117.6	0.24	0.62	0.97	545	4.0	2.057	1.807	1.871	1.882	1.420	0.521	1.350	0.850	0.745	2.591	4.228	4.425	0.521
	117.6	0.28	0.70	1.10	625	4.0	2.057	1.807	1.871	1.882	1.420	0.521	1.350	0.850	0.745	2.591	4.228	4.425	0.521
	117.6	0.35	0.85	1.33	760	4.0	2.057	1.807	1.871	1.882	1.420	0.521	1.350	0.850	0.745	2.591	4.228	4.425	0.521
MV1 6	156.8	0.05	0.18	0.27	215	4.6	2.160	1.885	1.941	1.880	1.510	0.521	1.350	0.850	0.835	2.698	4.372	4.595	0.521
	156.8	0.21	0.50	0.80	625	4.6	2.160	1.885	1.941	1.880	1.510	0.521	1.350	0.850	0.835	2.698	4.372	4.595	0.521
	156.8	0.26	0.62	0.97	760	4.6	2.160	1.885	1.941	1.880	1.510	0.521	1.350	0.850	0.835	2.698	4.372	4.595	0.521
	156.8	0.3	0.82	1.30	1000	4.6	2.160	1.885	1.941	1.880	1.510	0.521	1.350	0.850	0.835	2.698	4.372	4.595	0.521
MV2 0	196.0	0.02	0.14	0.23	215	6.5	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.576	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.576
	196.0	0.27	0.70	1.10	1000	6.5	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.576	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.576
	196.0	0.35	0.85	1.37	1225	6.5	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.576	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.576
	196.0	0.42	1.02	1.63	1460	6.5	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.576	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.576
MV2 5	245	0.03	0.13	0.23	287	7.0	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.640	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.640
	245	0.27	0.65	1.02	1225	7.0	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.640	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.640
	245	0.32	0.77	1.22	1460	7.0	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.640	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.640
	245	0.45	1.03	1.63	1967	7.0	2.582	2.249	2.096	2.320	1.610	0.640	1.400	1.000	0.910	3.207	4.966	5.558	0.640
MV3 2	313.6	0.03	0.10	0.18	287	7.5	2.948	2.543	2.311	2.370	1.660	0.704	1.400	1.200	0.910	3.585	5.475	5.435	0.704
	313.6	0.21	0.52	0.80	1225	7.5	2.948	2.543	2.311	2.370	1.660	0.704	1.400	1.200	0.910	3.585	5.475	5.435	0.704
	313.6	0.26	0.62	0.97	1460	7.5	2.948	2.543	2.311	2.370	1.660	0.704	1.400	1.200	0.910	3.585	5.475	5.435	0.704
	313.6	0.36	0.83	1.30	1967	7.5	2.948	2.543	2.311	2.370	1.660	0.704	1.400	1.200	0.910	3.585	5.475	5.435	0.704
		0.48	0.93	1.47	2200	7.5	2.948	2.543	2.311	2.370	1.660	0.704	1.400	1.200	0.910	3.585	5.475	5.435	0.704

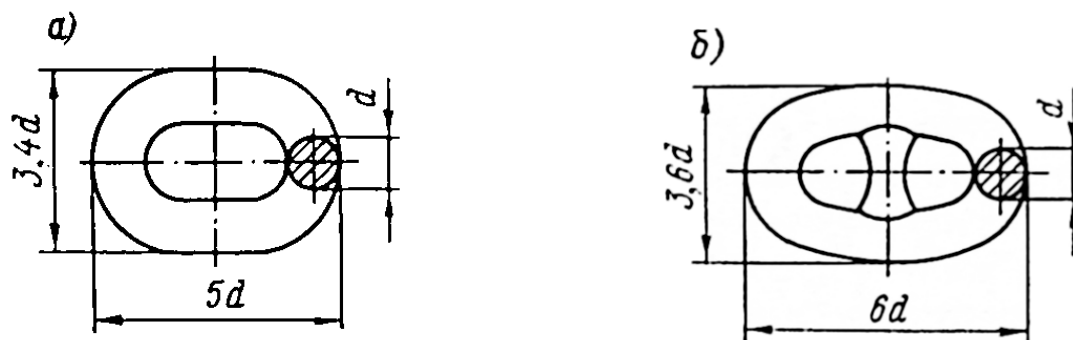


Рисунок А.5 – Общие овальные звенья: а – без распорки; б – с распоркой

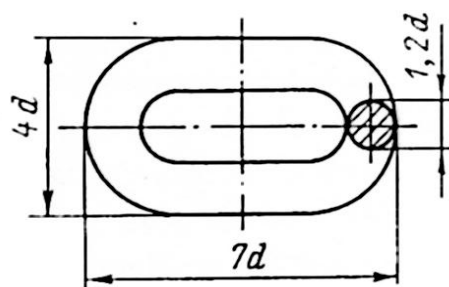


Рисунок А.6 – Концевое звено

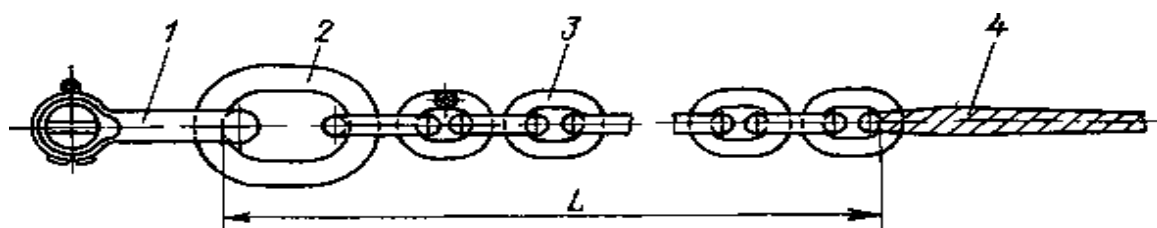


Рисунок А.7 – Стопор цепной для переноса швартовых канатов:
1 – скоба такелажная; 2 – звено увеличенное; 3 – короткозвенная цепь;
4 – пеньковый канат длиной 3 м

Таблица А.10 - Основные характеристики цепных стопоров для переноса швартовых канатов

Стальной швартовый канат		Цепной стопор					
Диаметр, мм	Разрывная нагрузка, кН	Калибр цепи, мм	Разрывная нагрузка цепи, кН	Допускаемая нагрузка такелажной скобы, кН	Длина цепи, мм	Окружность растительного каната, мм *	Масса стопора, кг
17—24,5	121—254	13	62,8	20,6	2000 2500	50	9,6 11,5
26—30	295—386	15	83,4	26,5	2500 3000	60	15,7 18,1
33,5—45	488—758	19	133,4	44,1	3000 3500 4000	75	30,3 34,4 38,5

* Длина растительного каната 3000 мм

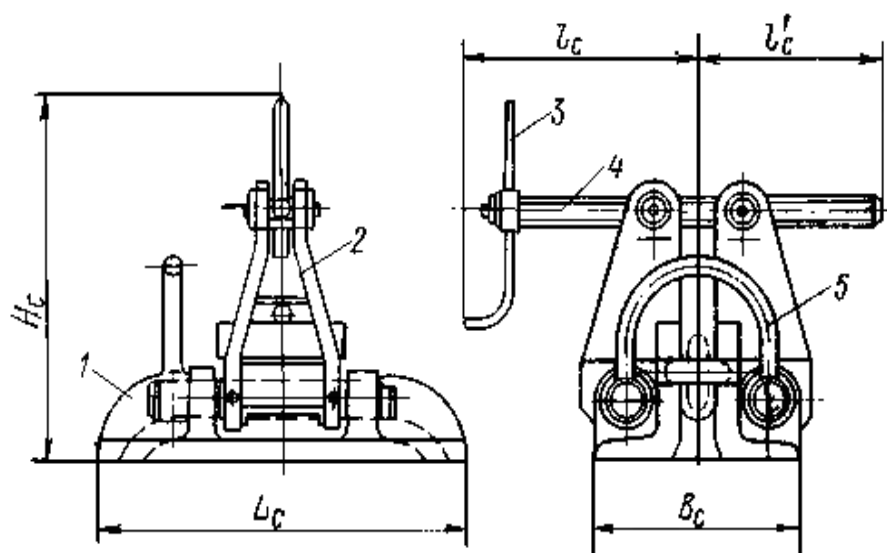


Рисунок А.8 – Фрикционный винтовой стопор:
1 – плита; 2 – нащечина; 3 – рукоятка; 4 – винт; 5 – дуга

Таблица А.11 - Размеры и масса фрикционных стопоров

Калибр цепи, мм	Размеры, мм					Масса, кг	
	B_c	H_c	L_c	l_c	l'_c	Стопоры со стальными литыми плитами нащечинами	Стопоры с чугунными плитами и сварными нащечинами
11—13	155	300	300	320	165	22	18
15—17	195	375	350	360	200	37	36
19—22	235	450	420	430	240	58	57
25—28	280	530	490	470	280	92	89
31—34	325	610	560	520	330	137	139
37—40	370	700	640	590	360	190	—
43—46	415	800	720	640	410	270	—
49—53	460	960	820	740	470	400	—
57—62	540	1170	940	850	580	595	—
67—72	620	1390	1050	960	680	915	—

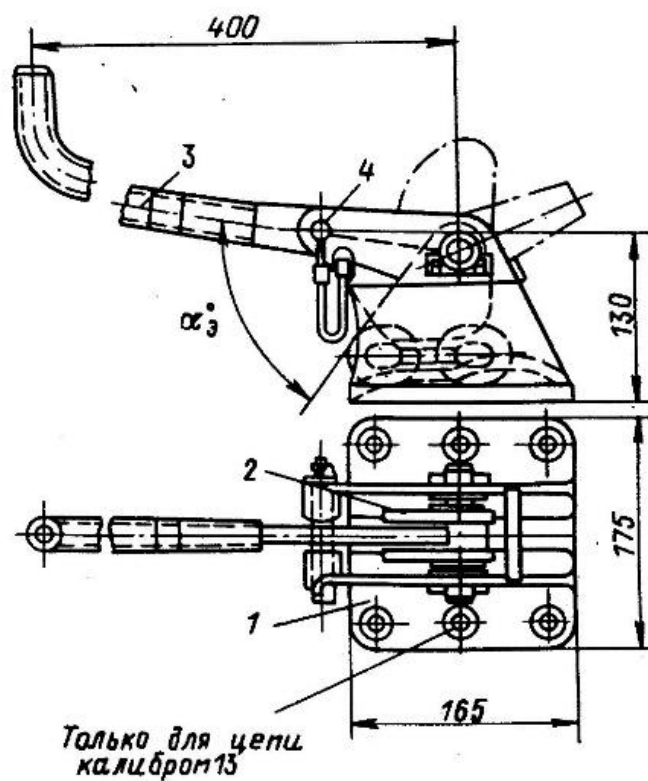


Рисунок А.9 – Стопор эксцентриковый:
1 – корпус; 2 – эксцентрик; 3 – рычаг; 4 – штырь закладной

Таблица А.12 - Основные характеристики эксцентрикового стопора

Калибр цепи, мм	Угол приварки рукоятки, α_3 град	Количество отверстий под болты	Масса, кг
11	71	4	8,6
13	66	6	8,6

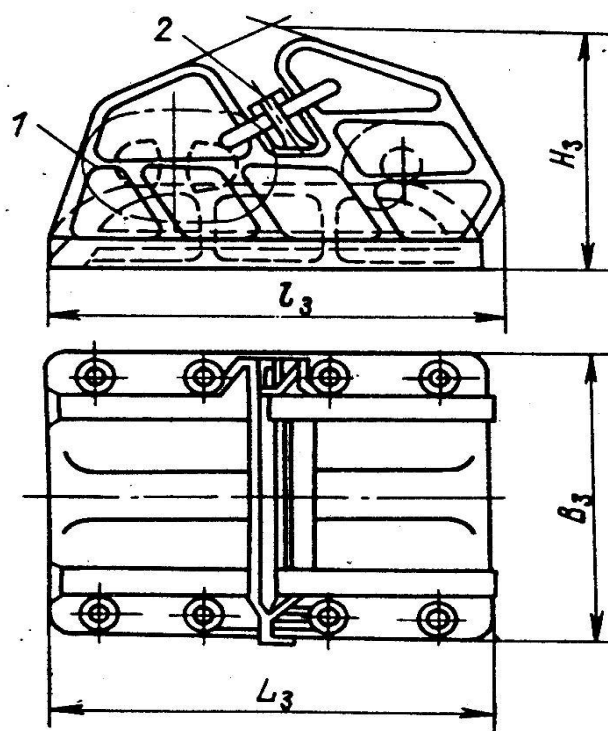


Рисунок А.10 – Стопор закладной с палом:
1 – корпус стопора; 2 – пал

Таблица А.13 - Размеры и масса стопоров закладных с палом

Калибр цепи, мм	Размеры, мм				Масса, кг
	B_3	H_3	L_3	l_3	
57-62	590	500	820	870	420
67-72	680	570	950	1000	630
77-82	780	640	1080	1130	940
87-92	880	720	1210	1260	1310

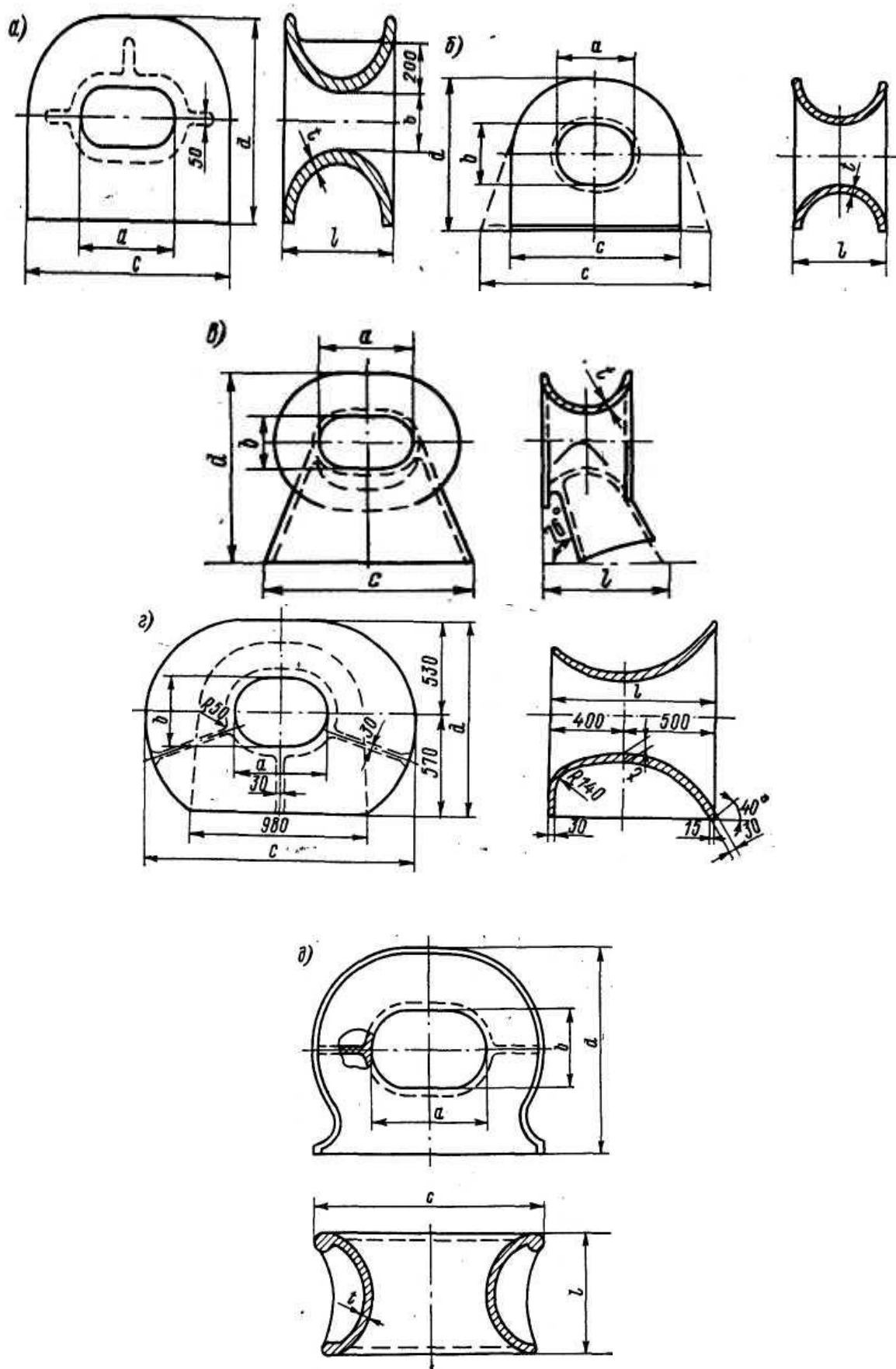


Рисунок А.11 – Ключи швартовные палубные литые, стальные:
а, б, в, г – норвежской фирмы;
д – отечественной конструкции.

Таблица А. 14 - Размеры и масса клюзов швартовых палубных литых стальных

Номер рисунка	Размеры, мм						Масса, кг	Примечание
	a	b	c	d	l	t		
А4, б	400	250	760	610	360	25	180	Панамский одинарный
А4, б	400	250	900	610	360	25	175	Панамский двойной
А4, в	400	250	860	860	520	25	310	Панамский одинарный
А4, в	400	250	860	860	520	30	350	Панамский двойной
А4, а	500	250	900	600	400	30	315	То же
А4, а	534	254	1134	854	600	50	880	» »
А4, г	500	400	1500	1100	900	50	1000	» »
А4, д	360	250	720	610	355	25	155	Панамский двойной отечественной конструкции

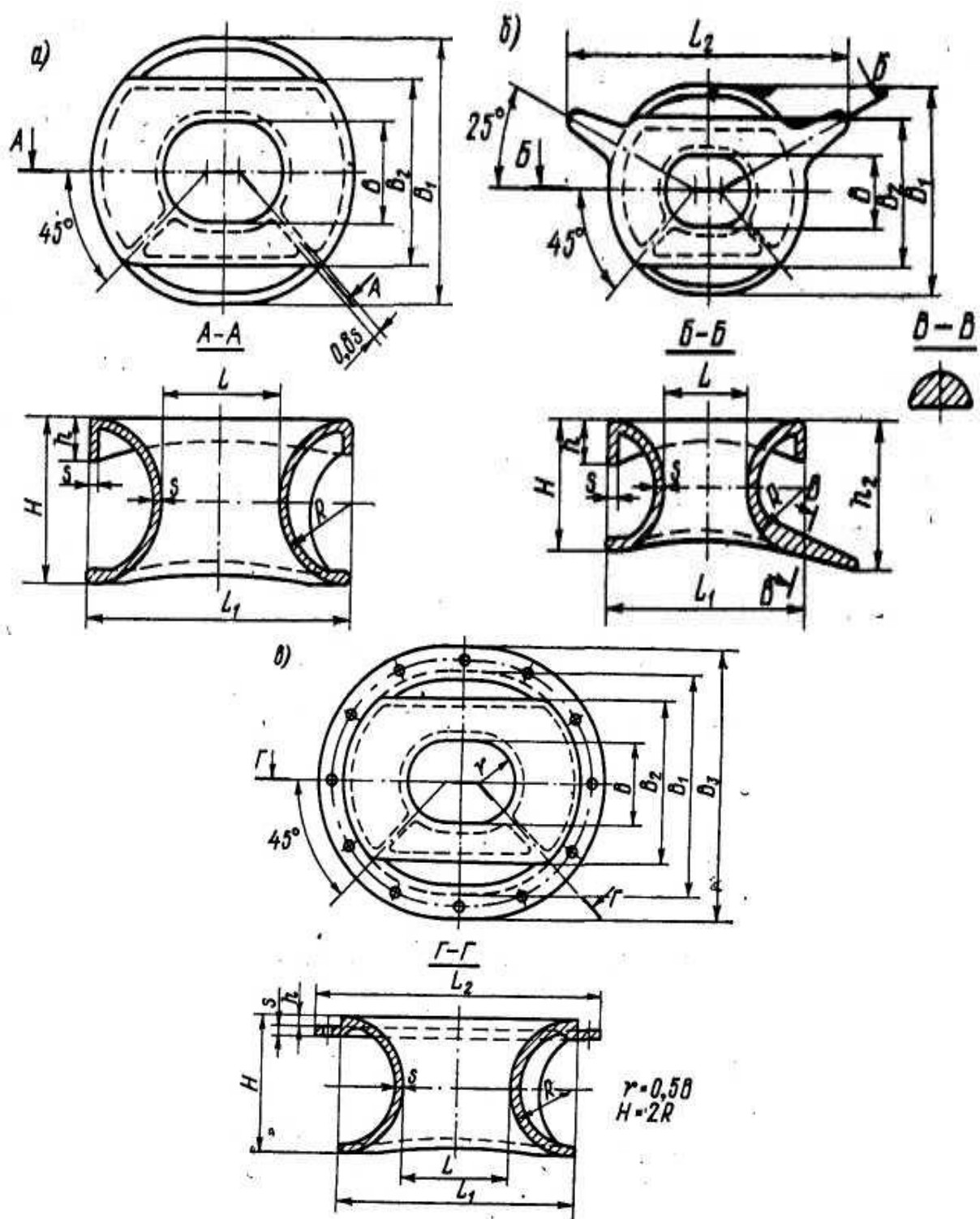


Рисунок А.12 – Ключи швартовные бортовые литые:
а – овальный (крепление приваркой); б – овальный с рогами (крепление приваркой);
в – овальный (крепление на заклепках или болтах)

Таблица А.15 - Клюзы швартовные бортовые литые

Тип	Наибольшее раз- рывное усилие в стальном канате в целом, Н	Наибольшая диа- метр стального ка- ната, мм	Наибольшая длина окружности каната, мм		Размеры, мм										Масса, кг
			пенко- вого	капроно- вого	В свету L×B	R	L ₁	L ₂	B ₁	B ₂	B ₃	h	h ₂	S	
Клюзы овальные стальные с креп- лением приваркой	54 200	11,5	75	50	125×90	80	285	—	250	175	—	65	—	10	14,0
	96 000	15,0	125	70	160×115	100	360	—	315	225	—	70	—	12	26,5
	150 000	19,0	175	90	200×140	125	450	—	390	275	—	75	—	14	46,0
	294 000	26,0	225	125	250×180	150	550	—	480	340	—	80	—	16	73,0
	384 000	30,0	250	150	320×225 *	180	680	—	585	415	—	90	—	18	124,0
	602 000	37,5	300	175	400×270 **	220	840	—	710	500	—	110	—	20	213,0
886 000	48,5	350	200	500×320	260	1020	—	840	595	—	130	—	22	332,5	
Клюзы овальные стальные с рога- ми; крепление приваркой	54 200	11,5	75	50	125×90	80	285	400	250	175	—	65	175	10	15,5
	96 000	15,0	125	70	160×115	100	360	515	315	225	—	70	225	12	29,5
	150 000	19,0	175	90	200×140	125	450	640	390	275	—	75	280	14	51,5
	294 000	26,0	225	125	250×180	150	550	815	480	340	—	80	335	16	84,0
Клюзы овальные чугунные с креп- лением на за- клепках или болтах	150 000	19,0	175	90	200×140	125	450	530	390	275	470	18	—	14	50,0
	294 000	26,0	225	125	250×180 *	150	550	650	480	340	580	25	—	16	80,0
	384 000	30,0	250	150	320×225 *	180	680	780	585	415	685	28	—	18	129,0

* Одинарный панамский.
** Двойной панамский.

* Одинарный панамский.

** Двойной панамский.

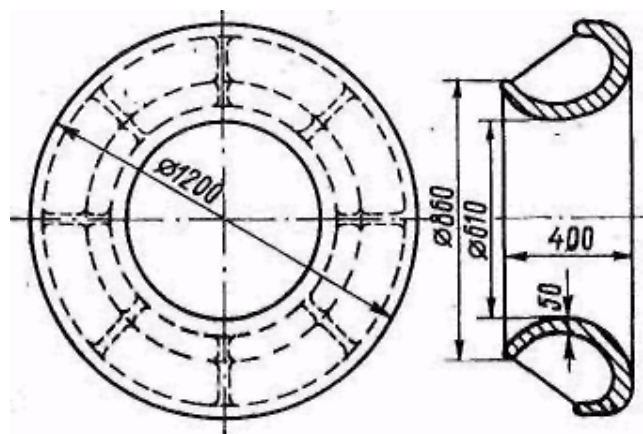


Рисунок А.13 – Носовой круглый клюз

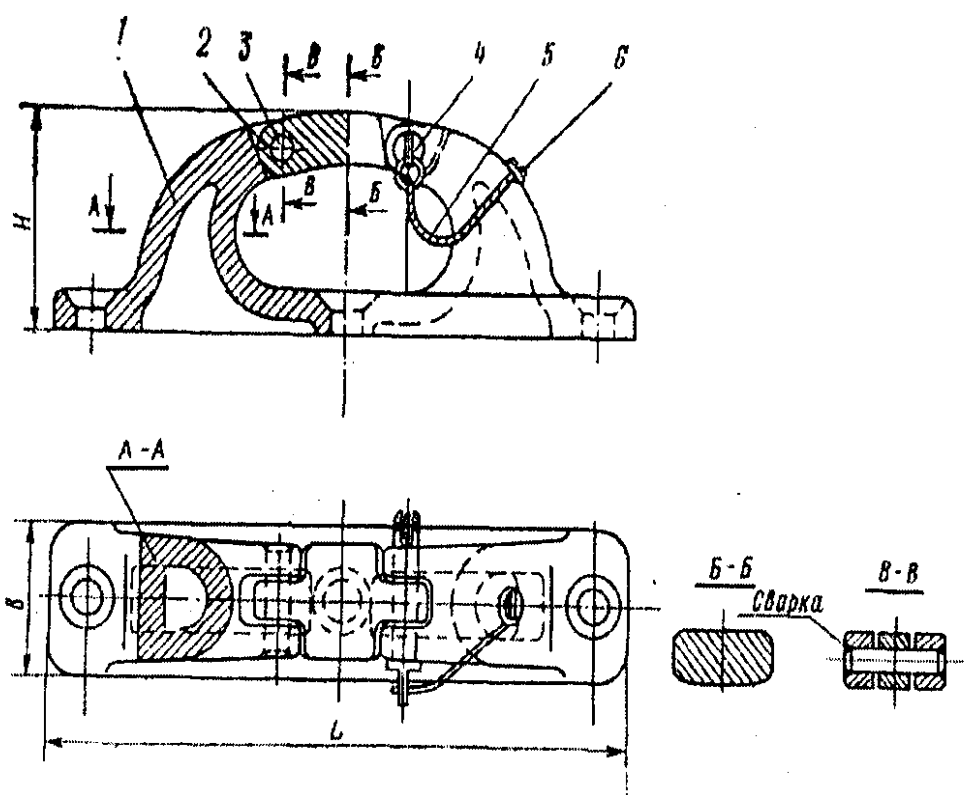


Рисунок А.14 – Киповая планка с наметкой без роульсов:

1 – корпус; 2 – наметка; 3 – ось, 4 – штырь закладной;
5 – тросик; 6 – винт

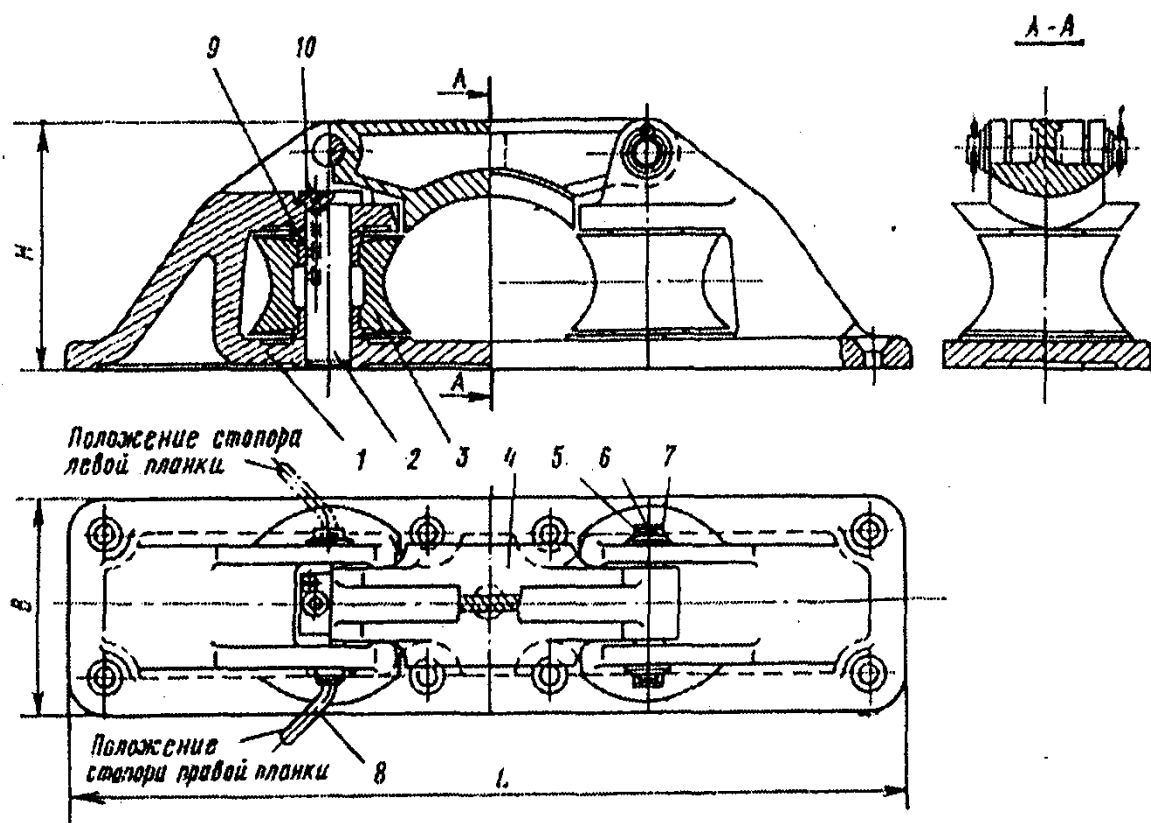


Рисунок А.15 - Киповая планка с откидной наметкой и роульсами:
 1 – корпус; 2 – ось; 3 – роульс; 4 – наметка; 5 – штырь; 6 – шплинт;
 7 – шайба; 8 – рукоятка штыря; 9 – втулка; 10 – масленка

Таблица А.16- Основные характеристики закрытых киповых планок

Тип	Максимальная длина оружности, мм	Максимальная длина оружности, мм	Размеры, мм							Масса киповой планки M, кг	
			расти- тельного	синте- тического	L	B	H	h	U		D
С наметкой: I-155 I-205 I-310 I-400 I-520	-	60	40	155	64	65	-	76	-	-	2,8
	-	100	50	205	88	90	-	101	-	-	6,0
	-	115	60	310	105	125	-	160	-	-	8,3
	-	150	80	400	140	140	-	190	-	-	16,5
		200	115	520	160	178	-	240	-	-	35,0
С наметкой и роульсами: II-150 II-190 II-235	22.5	200	115	970	280	325	-	420	150	-	235
	28.0	275	150	1150	340	385	-	500	190	-	400
	37.5	350	20	1440	400	450	-	590	235	-	580
С поворотной наметкой и роуль- сами: III -225 III -280 II -325	45,0	-	-	350	390	90	-	600	225	-	700
	56,0	-	-	1850	500	600	-	750	280	-	1195 1980
	65,0	-	-	2160	560	700	-	860	325	-	
С вертикальными и гори- зонтальными роульсами: IV-75 IV-100 IV-125	13,5	115	60	640	175	225	130	130	150	60	54
	17,0	150	80	800	210	270	160	160	190	75	90
	22,5	200	115	940	245	31	190	190	235	955	155

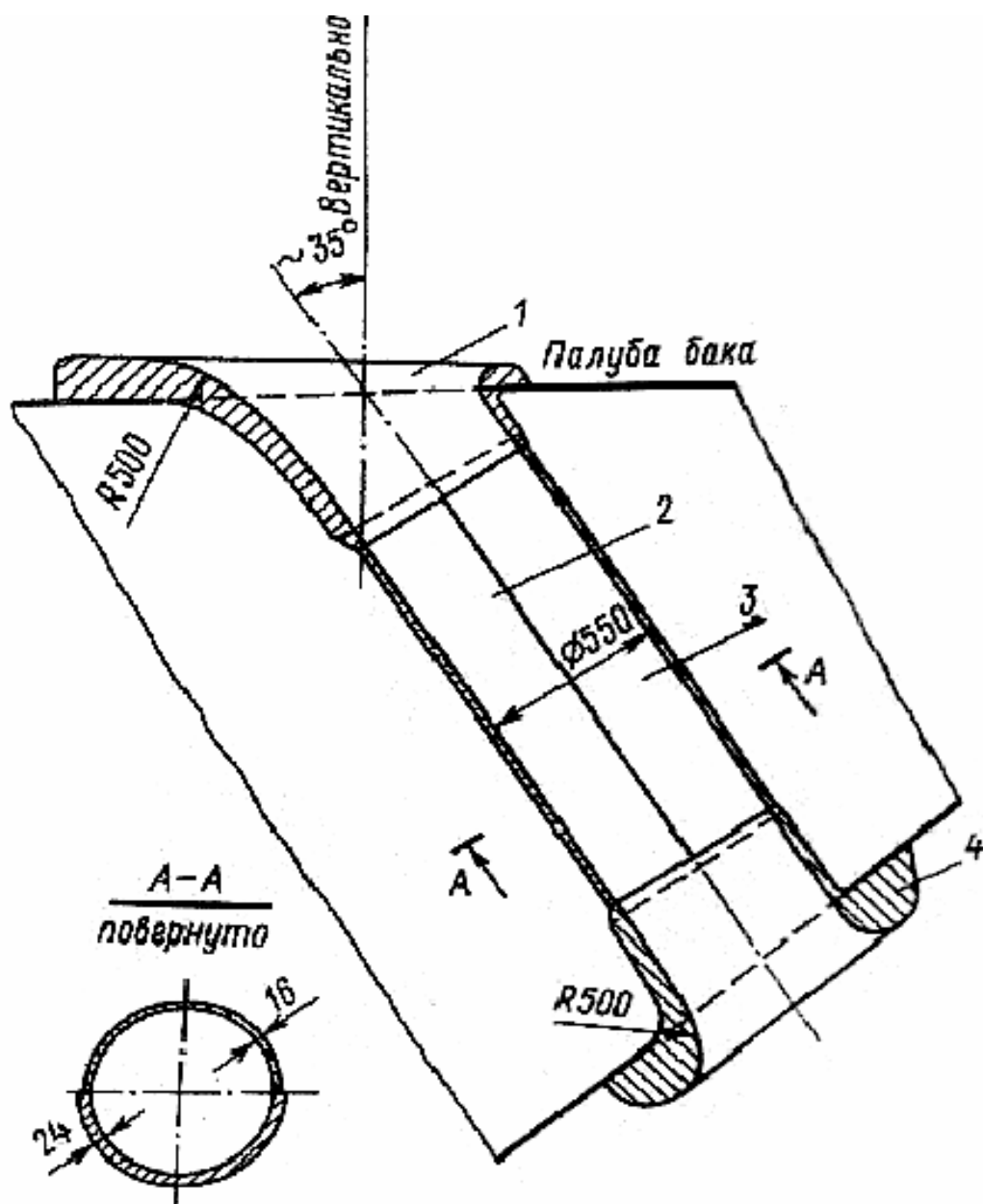


Рисунок А.16 – Наклонный якорный клюз для цепи калибром 53 мм
грузового судна с бульбообразной носовой оконечностью:
1 – палубная обделка клюза; 2 – нижний лист трубы; 3 – верхний лист трубы;
4 – бортовая обделка клюза

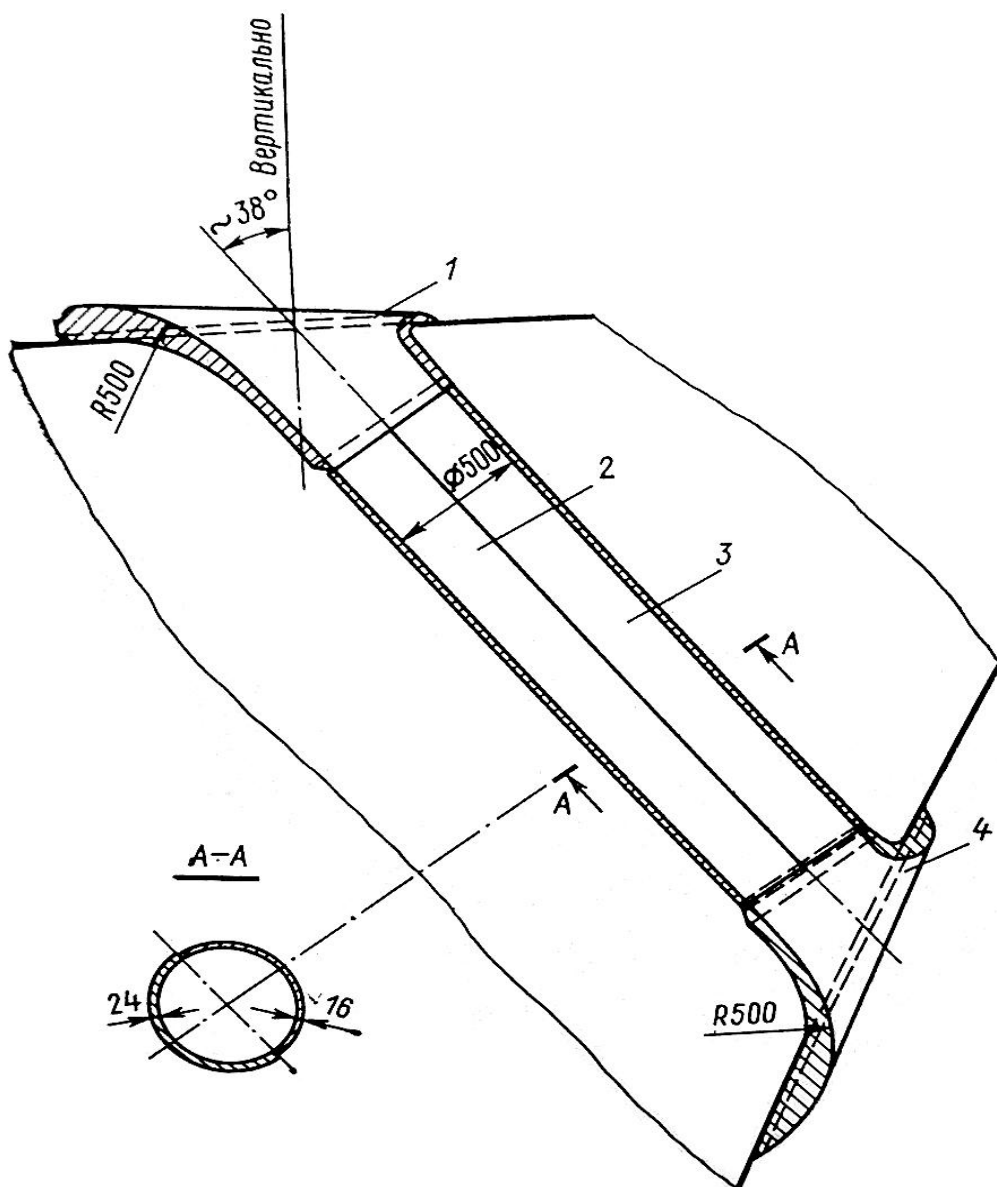


Рисунок А.17 – Наклонный якорный клюз для цепи калибром 49 мм:
 1 – палубная обделка клюза; 2 – нижний лист трубы; 3 – верхний лист трубы;
 4 – бортовая обделка клюза

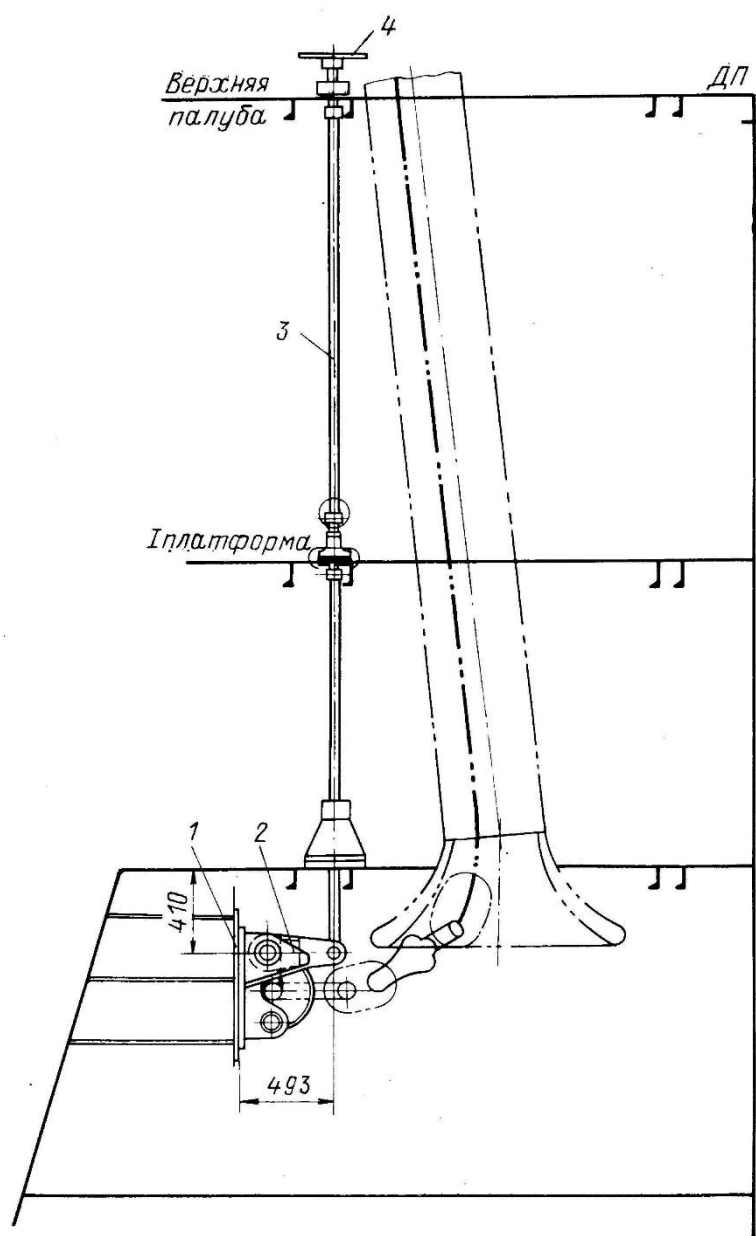


Рисунок А.18 – Устройство для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи калибром 67 мм на танкере дедвейтом 16 000 т:

- 1 – фундамент; 2 – устройство отдачи; 3 – валиковый привод;
4 – маховик дистанционной отдачи

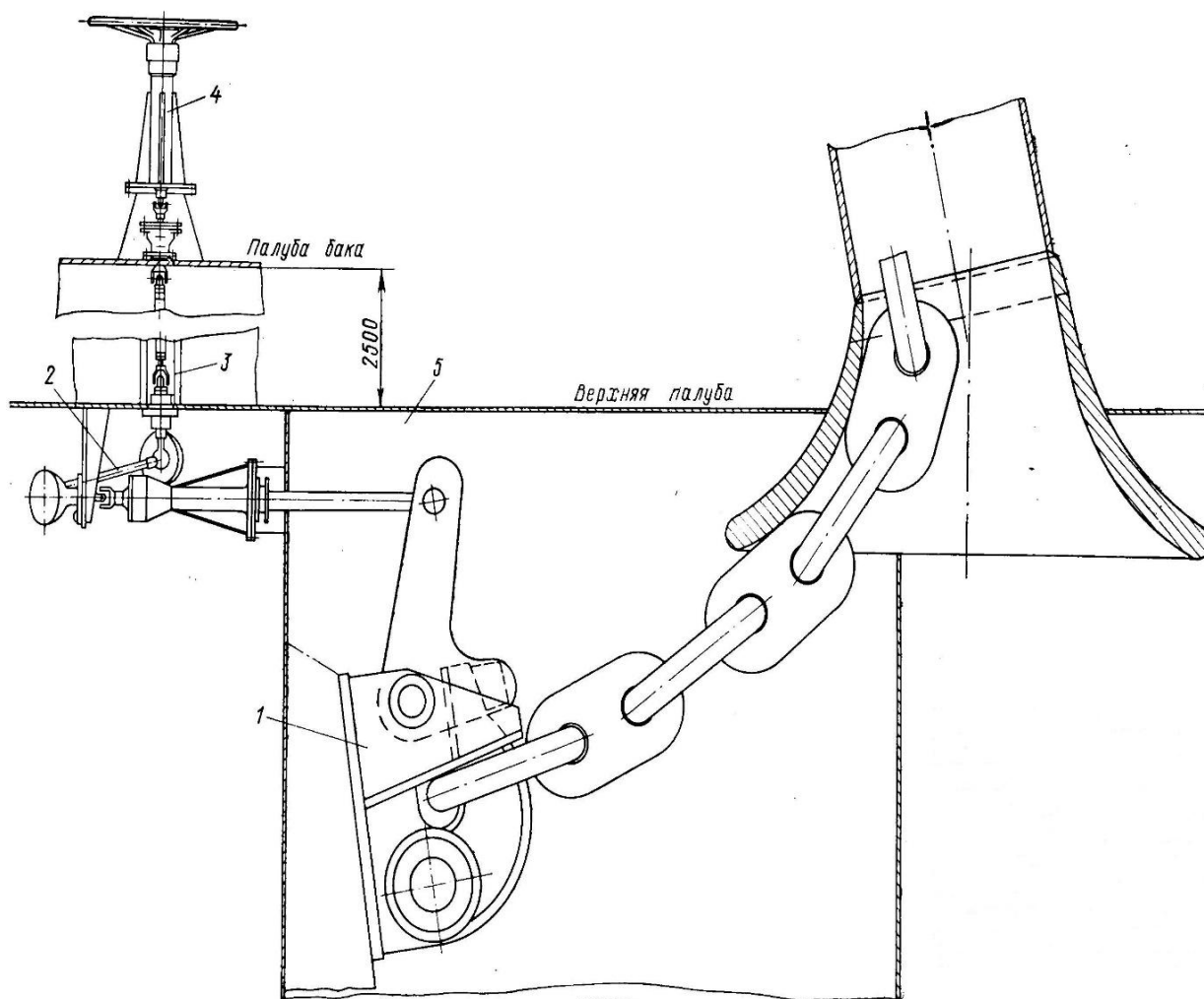


Рисунок А.19 – Устройство для крепления и отдачи коренного конца
якорной цепи калибром 117 мм с дистанционной отдачей
на крупнотоннажном танкере дедвейтом 150 000 т:

- 1 – устройство отдачи; 2 – валиковый привод; 3 – кожух вала;
4 – колонка дистанционной отдачи с маховиком; 5 – ниша

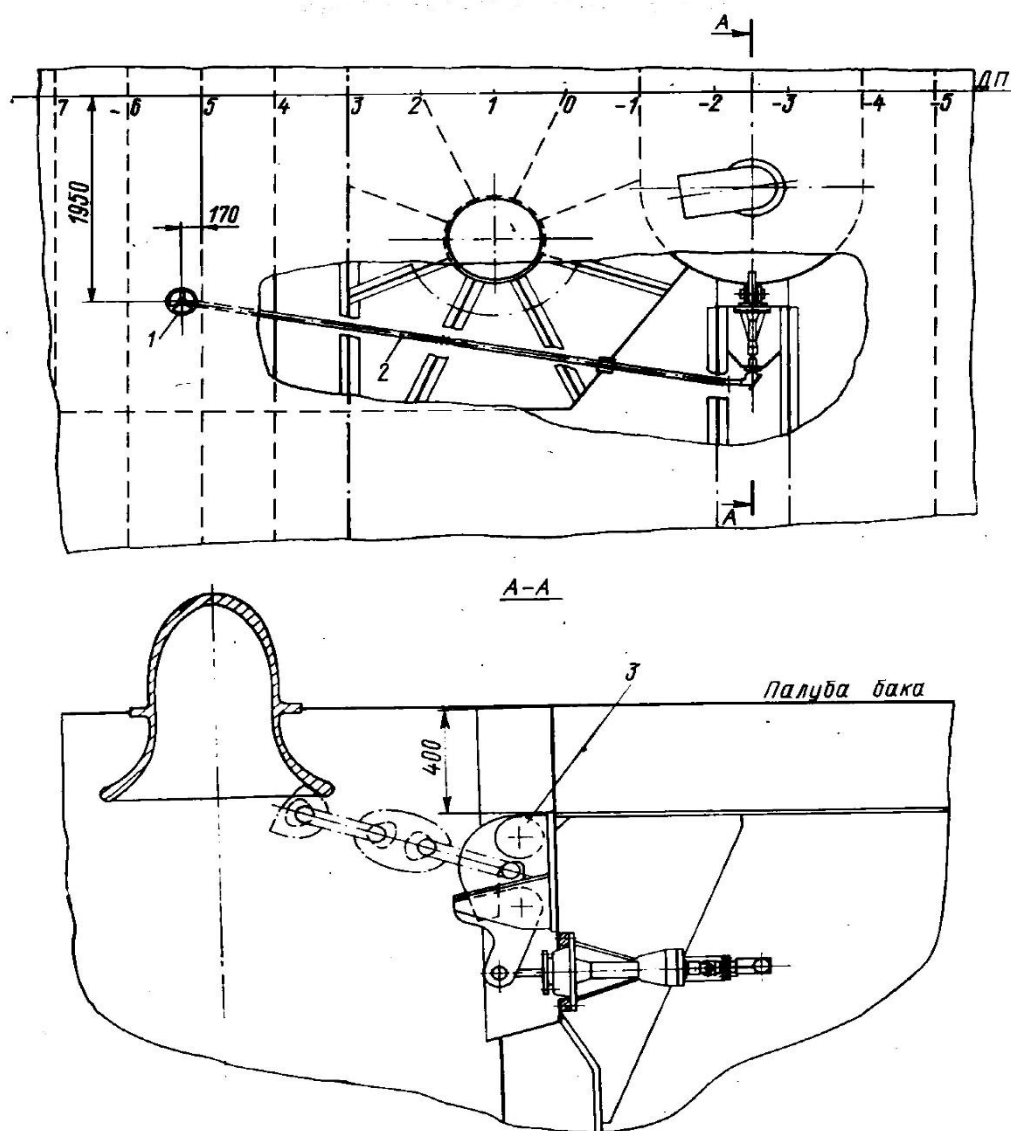


Рисунок А.20 – Устройство для крепления и отдачи коренного конца якорной цепи калибром 53 мм на грузовом судне дедвейтом 7650 т:
 1 – маховик дистанционной отдачи; 2 – валиковый привод; 3 – устройство отдачи;
 4 – пеньковый канат длиной 3 м.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Таблица Б.1 – Основные характеристики навалочных судов

Варианты Характеристики		Навалочные суда						
		1	2	3	4	5	6	7
Длина, м	L	215	186	180	172	181	190	178
Ширина, м	B	31.0	27.6	28.0	22.8	20.5	29.5	23.4
Осадка, м	d	11.0	10.0	11.2	9.1	9.4	12.3	10.2
Высота борта, м	D	16.0	15.6	16.0	13.6	14.4	16.8	14.6
Водоизмещение полное, т	$\times 10^3$	58.7	41.1	45.2	28.6	36.1	54.6	34.0
Водоизмещение порожнем, т	$\times 10^3$	19.6	13.7	15.1	9.5	12.0	18.2	11.3
Палубы (количество)	N_B	1	1	1	1	1	1	1
Расположение МО		K^*	K	K	K	K	K	K
Ширина люка	b_1	0.4B	0.5B	0.4B	0.5B	0.4B	0.5B	0.4B
Категория подкреплений ***		ЛУ2	ЛУ4	ЛУ3	ЛУ4	ЛУ2	ЛУ3	ЛУ4
Район эксплуатации ***		I	II	I	II	I	I	II

Таблица Б.2 – Основные характеристики сухогрузных судов

Варианты		Сухогрузное судно						
Характеристики		1	2	3	4	5	6	7
Длина, м	L	140	148	143	142	91	145	141
Ширина, м	B	20.0	21.0	20.5	23.0	14.0	22.0	22.8
Высота борта, м	D	12.0	12.6	11.8	14.4	8.0	12.3	14.2
Осадка, м	d	7.5	8.0	6.9	8.4	5.5	7.9	8.1
Водоизмещение полное, т	$\times 10^3$	13.7	16.2	13.2	17.8	91	145	16.9
Водоизмещение по-рожном, т	$\times 10^3$	4.6	5.4	4.4	5.9	1.5	5.5	5.6
Палубы (количество)	n1	1	2	1	2	2	1	2
Расположение	МО	K ^{**}	Пр ^{**}	Пр ^{**}	Ср ^{**}	Ср ^{**}	Пр ^{**}	Ср ^{**}
Ширина люка	b1	0,5B						
Категория подкреплений***		ЛУ3	ЛУ4	ЛУ3	ЛУ4	ЛУ3	ЛУ2	ЛУ4
Район эксплуатации***		I	II	I	II	I	I	II

Таблица Б.3 – Основные характеристики наливных судов

Варианты Характеристики		Наливные суда						
		1	2	3	4	5	6	7
Длина, м	L	150	195	213	174	215	165	182
Ширина, м	B	21.0	27.0	32.0	23.4	31.0	23.0	24.3
Высота борта, м	D	11.2	14.2	15.2	12.5	15.5	12.4	13.8
Осадка, м	d	8.0	10.5	11.0	9.0	11.3	9.5	10.5
Водоизмещение полное, т	$\times 10^3$	20.7	45.3	61.5	30.1	61.8	29.6	38.1
Водоизмещение порожном, т	$\times 10^3$	6.9	15.1	20.5	10.0	20.6	9.9	12.7
Палубы (количество)	n_1	1	1	1	1	1	1	1
Продольные переборки	n_2	2		2	2	2	2	2

* Кормовое расположение машинного отделения (МО).

** Промежуточное, среднее расположение машинного отделения.

*** По Правилам Регистра.

Учебное издание

**Чемакина Тамара Львовна
Морева Ирина Николаевна**

ЯКОРНОЕ И ШВАРТОВНОЕ УСТРОЙСТВА

*Учебно-методическое пособие
к выполнению практических заданий*

В авторской редакции

Изд. № 57/2021. Объем 3,5 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»