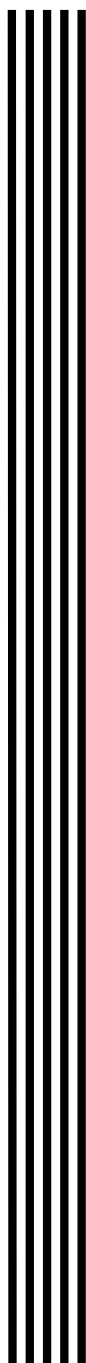




**Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет**



ЯКОРНОЕ И ШВАРТОВНОЕ УСТРОЙСТВА

**Методические указания
к выполнению практических работ № 1...7 по дисциплине
«Общесудовые устройства и системы»
для студентов направления 7.100201
«Корабли и Океанотехника»
дневной формы обучения**

**Севастополь
2005**



Якорное и швартовное устройства. Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Общесудовые устройства и системы»/ Сост.Т.Л. Чемакина, А.В. Кузьмина, О.А. Иванова. – Севастополь: Изд – во СевНТУ, 2005. - 41 с.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам специальности 7.100201 при выполнении практических работ по дисциплине «Общесудовые устройства и системы».

Методические указания рассмотрены и утверждены на заседании кафедры Океанотехники и кораблестроения 06.05.2005, протокол №16 .

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: д-р техн. наук, профессор Комаров В.П.

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	12
3. Практическая работа №3. Определение сил, действующих на судно в период якорной стоянки	15
4. Практическая работа №4. Расчет усилий и определение основных параметров механизмов	20
5. Практическая работа №5. Определение параметров цепного ящика	24
6. Практическая работа №6. Определение основных параметров якорного клюза	27
7. Практическая работа №7. Определение прочных размеров узла для быстрой отдачи якоря	30
Бibliографический список	32
Приложение А	33
Приложение Б	39

Введение

Настоящие методические указания могут быть использованы студентами дневной формы обучения специальности 7.100201 «Корабли и океанотехника» в качестве руководства при выполнении практических заданий по дисциплине "Общесудовые устройства и системы".

В указаниях дана методика выбора характеристик и элементов якорного и швартовного устройства.

Предлагаемая методика расчетов основана на опыте работы судостроительных проектных организаций.

1. 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 [5, часть 3, гл. 3.2, п.3.2.1].

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 (см. рисунок 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.

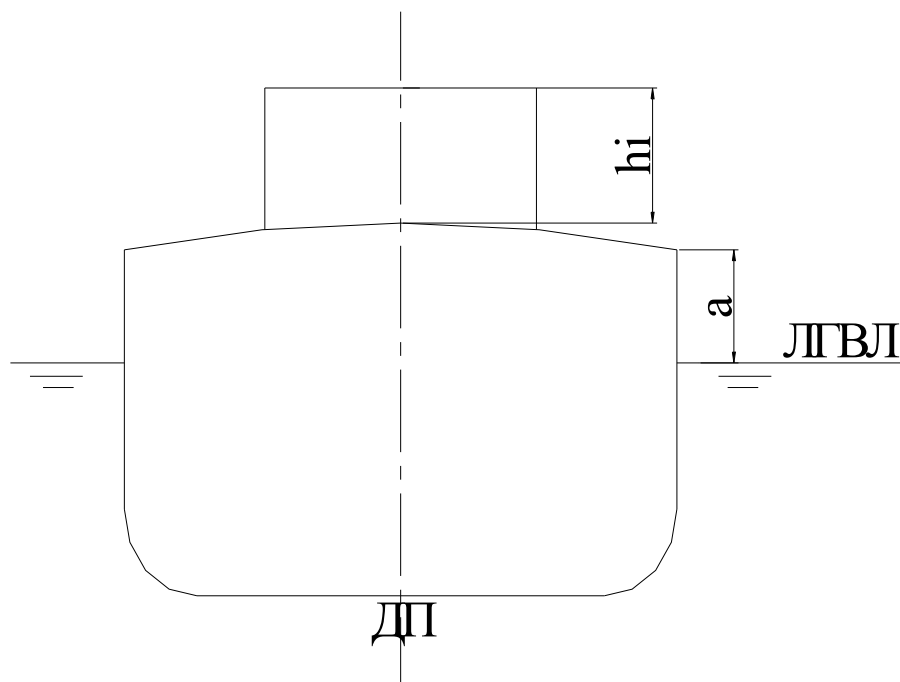


Рисунок 1 - Определение высоты надстройки или рубки

A – площадь парусности в пределах длины судна **L**, считая от ЛГВЛ, м². При определении **A** учитывать площадь парусности только корпуса, надстроек и рубок шириной более чем 0,25B (рисунок 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.

Мачты, грузовые стрелы, такелаж, леерное ограждение, а также фальшборт 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 -того яруса надстройки, м;

l_i - длина i -того яруса надстройки, м.

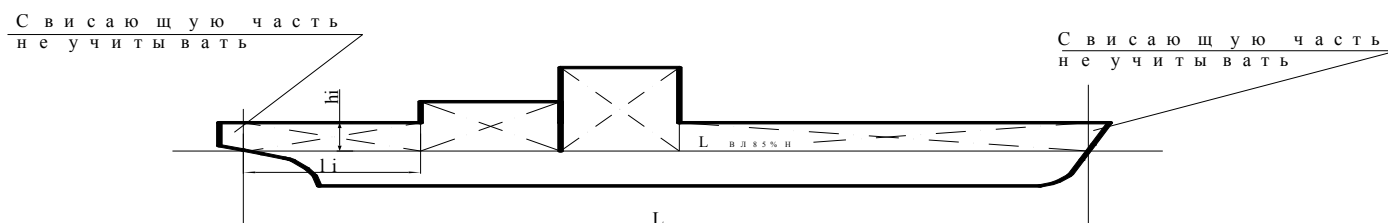


Рисунок 2 - Определение площади парусности корпуса

1.1.2. Характеристика снабжения N_c для буксиров

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

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 становых якорей и стоп-анкеров; калибр и длина цепей для всех судов, кроме рыболовных, определяется по табл. 3.1.3-1 [5, с. 24], по характеристике снабжения **Nc**. Для рыбопромысловых судов по табл. 3.1.3-2 [5, 250].

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 [5, с.248], однако, 3-й запасной якорь могут не иметь суда ограниченный районов плавания, I, II, III, IIСП, IIIСП, смешанного района плавания река – море с удалением от берега менее 50 миль. Если $N_c < 205$, то допускается иметь 2 становых якоря.

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 (таблица 1).

Расчет длины промежуточной смычки сводится в таблицу 1.

Таблица.1 - Определение длины промежуточной смычки

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

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 [5, с.248...249] в зависимости от N_с.

Суда III ограниченного района плавания (портовое, рейдовое и прибрежное плавание в границах, установленных Правилами МРС [5, с. 33] – стоп-анкера могут не иметь.

1.2.5. Выбор стопоров

После выбора становых якорей и стоп – анкера осуществляем выбор стопоров. Стопоры для крепления якорных цепей и якорей определя-

ются по калибру цепи. Основные характеристики различных типов стопоров даны в таблице 11.10-11.14 [5, с.33].

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 якоря. 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 становых якорей. Вспомогательные стопоры бывают следующих конструкций:

Конструкция стопоров позволяет фиксировать звенья якорной цепи в любом положении относительно стопора [2, рис. 11.26],

-стопоры закладные с палом [2, рис. 11.27], применяются 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 размеры и основные характеристики судна.
2. Расчетную часть.
3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением всех требований ЕСКД (ГОСТ 2.206-96 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?

2. 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 [5, 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 N_c для всех видов судов, кроме рыболовных, из таблицы 3.1.3-1, а для рыболовных судов из таблицы 3.1.3-2 [5, с. 248 - 250].

2.2. Порядок выполнения работы

2.2.1. По характеристике снабжения из таблиц 3.1.3-1 или 3.1.3-2 [5, с. 248 ...250] 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/N_c более 0,9 число швартовных тросов должно быть увеличено по сравнению с выбранным

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

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

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

2.2.3 По разрывному усилию каната, в целом, подбираются стандартные швартовные канаты, приведенные в справочной литературе [2, с. 307...312].

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 [2, с. 312...345] и в приложении А настоящих методических указаний.

2.2.5 Рекомендуемое число кнехтов определяется по таблице 5 приложения А и уточняется в зависимости от спецификации данного судна [3, с. 263].

2.2.6 Общая компоновка швартовного устройства выбирается согласно рекомендациям [2, 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 2.206-96 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.

3. 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

$$R_B = K_B \cdot S_n \cdot v_{эф.}^2, \quad (1)$$

где K_B – ветровой коэффициент;

S_n – приведенная площадь парусности, m^2 , определяемая по формуле

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

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

$$S_H = \sum_i B \cdot h_n + \sum_j b_p \cdot h_p. \quad (3)$$

B – ширина судна, m ;

h_n, h_p – высота надстройки и рубки, m ;

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

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

$\delta v = v_1 - v_0$ – дополнительная скорость ветра при шквале, м/с;

v_0 и v_1 - средняя скорость и скорость ветра при шквале по шкале Бо-форта (таблица А.2 приложения А), м/с.

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

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

где $\rho = 1025$ кг/м³ - 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

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

L - длина судна, м;

$\nu = 1,57 \cdot 10^{-6}$ м²/с - коэффициент вязкости воды.

3.1.3 Смоченная поверхность, m^2 , в зависимости от коэффициента общей полноты судна определяется по следующим эмпирическим формулам

Формула Себеки 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, m^3 .

3.1.4 Соппротивление течения на заstopоренные 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

Расчет проводить в табличной форме.

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	$S_{\text{п}} = S_{\text{н}} + 0,3 S_{\text{к}}$	
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-шп., 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		
Сопротивление течения на застопоренные 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 2.206-96 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?

4. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

РАСЧЕТ УСИЛИЙ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЗМОВ

Цель работы – ознакомить студентов с существующими методами расчета усилий для определения основных параметров якорно-швартовных 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 – $h_y = 65$ мм;

$d = 18 - 28$ мм – $h_y = 80$ мм;

d более 28 мм – $h_y = 100$ мм.

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

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

h – глубина якорной стоянки, м;

$k=1,2...1,3$ – коэффициент, учитывающий потери при трении цепи о
клюд;

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

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

4.1.1.6. Необходимое условие расчета

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

4.1.1.7. Усилие на швартовном барабане, Н

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

где d - диаметр каната, м;

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

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

$\sigma_{ш} = 11...13 \text{ МПа}$ - 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 табл. 11.22 [2, с. 278].

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 Регист-	$T_{\text{НОМ}} = 11,3(qh_y + Q)$	h_y - условная глубина якорной стоянки, м.

ра, Н		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	$T_{ш} < Rp$	Rp-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 2.206-96 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.

5. 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 таблицах 11.19 и 11.20 [2, 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	$D = k_1 \cdot d$	d -калибр якорной цепи, мм $k=30...40$ – коэффициент

Высота цепного ящика, м	$H = 1,27 \cdot \frac{V}{D^2} + h_k + h$	
Объем цепного ящика, необходимый для укладки якорной цепи, без учета конусной части, м 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, м ³	$V = k_2 \cdot d^2 \cdot L \cdot 10^{-5}$	

Цепные трубы определяются по таблице 11.18 [2, с.261].

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 размеры и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ 2.206-96 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?

6. 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 предъявляются ряд основных требований, указанных в [2, с.251], которые обеспечиваются необходимым положением оси клюза.

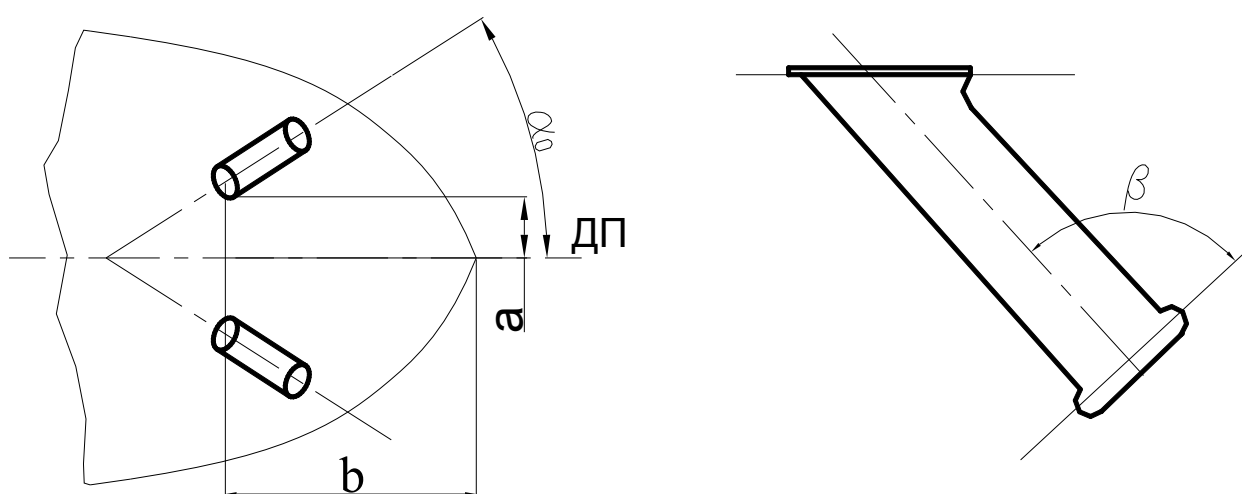


Рисунок 1 - Схема размещения якорного клюза

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 $\alpha_0 > 15^\circ$ С- 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	$\beta = 30^\circ \div 60^\circ$	

Размеры клюзовой трубы рекомендуется определять по формулам 11.29 – 11.33, [2, с.253].

6.3. Индивидуальные задания

Индивидуальные задания – главные размерения и основные характеристики судна, для которого производятся расчеты, студент выбирает для кон-

кретного 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 размеры и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД

(ГОСТ 2.206-96 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 ?

7. 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 перемычками 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 размерения и основные характеристики судна.

2. Расчетную часть.

3. Библиографический список.

Отчет выполняется с соблюдением требований ЕСКД (ГОСТ 2.206-96 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. Российский Морской Регистр Судоходства. – С-Пб.: Транспорт, 2003 г. – 960 с.
2. 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.-300с. - рус.
3. . Справочник по судовым устройствам/ Гурович А.Н т. I, - Л.: Судостроение, 1975. – 351 с.
4. Судовые устройства/ М.Н. Александров, Ю.Д. Жуков, А.С. Симоненко, Ю.А. Смирнов, А.Е. Чумак.: Учебник. – Л.: Судостроение, 1982.- 320 с., ил.
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		Некатегорийные цепи якорные электросварные
		Электросварные	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 бал- лах	Словесная харак- теристика ветра	Скорость на высоте 6 м над уровнем моря, м/с		Давление на высоте 6м на уровне моря, $\frac{кгс}{м^2} / Па^*$	
		Средняя V_0	При шквале V_1	Среднее q_0	При шква- ле 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 ве- тер	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 ве- тер	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 знамена-
теле – 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	2	2	4	4	4	4	6

ОКОНЕЧ- НОСТЬ							
------------------	--	--	--	--	--	--	--

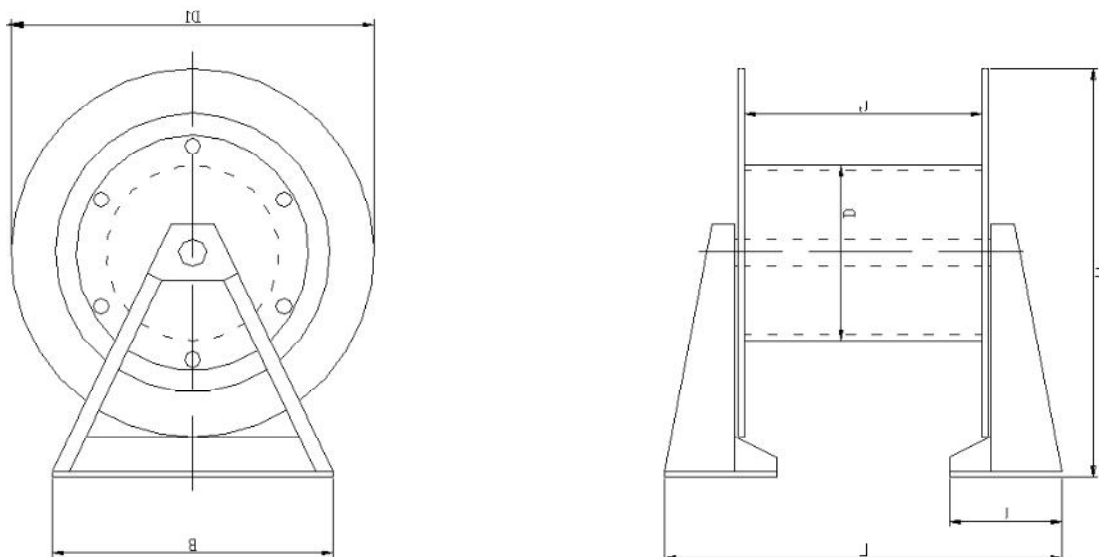


Рисунок А.1-Вьюшка горизонтальная

Таблица А.6- Основные размеры горизонтальных вьюшек

Диаметр стального ка- ната, мм	Окружность пенькового каната, мм	Длина кана- та, мм	D, мм	D1, мм	l1, мм	L, мм	B, мм	H, мм	l, мм	Мас- са, 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

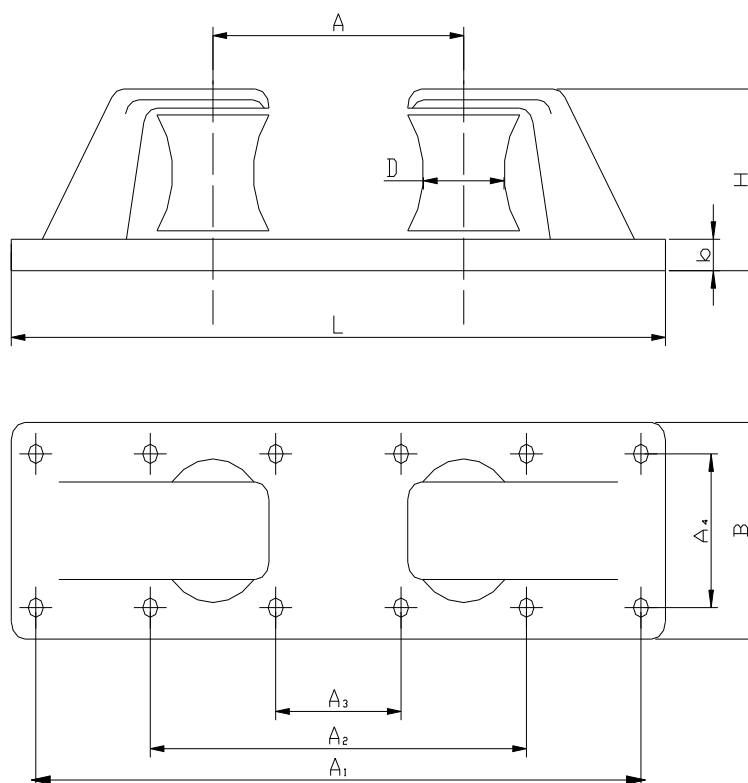


Рисунок А.2 -Киповая планка

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	Количество
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

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

(обязательное)

Таблица Б.1 – Основные характеристики навалочных судов

Варианты		Навалочные суда						
Характеристики		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 Характеристики		Сухогрузное судно						
		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	x10³	13.7	16.2	13.2	17.8	91	145	16.9
Водоизмещение порожнем, т	x10³	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	К^{**}	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

<i>Варианты</i> 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 порожнем, т	$\times 10^3$	6.9	15.1	20.5	10.0	20.6	9.9	12.7
Палубы (количе- ство)	n_1	1	1	1	1	1	1	1
Продольные пе- реборки	n_2	2	2	2	2	2	2	2
Расположение	МО	К*	К*	К*	К*	К*	К*	К*
Ширина шахты	b_2	0.3В						
Категория подкреплений***		Л3	Л1	Л2	Л1	Л3	Л2	Л1
Район эксплуатации***		I	II	I	II	I	I	II

* Кормовое расположение машинного отделения (МО).

** Промежуточное, среднее расположение машинного отделения

*** По Правилам Регистра.

Заказ №.....от.....Тираж.....Экз.....

