

Государственное автономное профессиональное  
образовательное учреждение  
«Городецкий Губернский колледж»

**Методические рекомендации  
по выполнению практических работ  
по ОП.06 Теория и устройство судна**

г. Городец  
2018 г.

Рассмотрено на заседании методической комиссии

преподавателей технических профессий и специальностей

Рекомендовано к печати методическим советом ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж»

Автор-составитель: Солохин Сергей Игоревич

Рецензент: Мосин А.А.

**Методические рекомендации по выполнению практических работ по ОП.06 Теория и устройство судна для специальностей 26.02.03 Судовождение, 26.02.06. Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики. – г. Городец, ГАПОУ «Городецкий Губернский колледж», 2018**

Методические рекомендации к практическим занятиям разработаны для обучающихся по специальностям 26.02.03 Судовождение и 26.02.06. Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики для освоения общепрофессиональной дисциплины ОП.06 Теория и устройство судна.

Представленный перечень практических работ рассчитан на 30 часов и охватывает применение информации об эксплуатационных и мореходных качествах судна с целью овладения соответствующими профессиональными компетенциями.

Издание может применяться в системе профессионального обучения и повышения квалификации по специальностям «Судовождение» и «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

## Содержание

	Стр.
Пояснительная записка	3
ПР№1 Классификация судов по правилам Регистра	4
ПР№2 Расчёт коэффициента полноты мидель-шпангоута. Строевая по шпангоутам.	7
ПР№3 Расчет грузоподъёмности и грузовместимости различных типов судов	11
ПР№4 Определение водоизмещения судна по диаграмме - масштаб Бонжана	15
ПР№5 Изменение осадки судна:- при его погрузке и разгрузке; -при переходе из солёной воды в пресную.	19
ПР№6 Определение параметров остойчивости судна с использованием опыта кренования.	20
ПР№7 Определение возможности снятия судна с мели.	23
ПР№8 Расчёт количества груза (балласта), необходимого для дифферентования судна.	29
ПР№9 Расчет остойчивости судна (использование программы для расчета остойчивости Excel)	31
ПР№10 Определение угла крена от действия статически и динамически приложенной силы.	31
ПР№11 Требование к непотопляемости судна. Расчет непотопляемости	35
ПР№12 Расчёт сопротивления воды движению судна	38
ПР№13 Подбор канатов. Расчёт разрывной и рабочей нагрузки.	40
ПР№14 Подбор якорей и якорных цепей по швартовной характеристике.	46
ПР№15 Подача и крепление швартовов.	55
Используемая литература	59

## **Пояснительная записка**

Методические рекомендации к практическим занятиям разработаны для студентов специальностей 26.02.03 «Судовождение», 26.02.06. «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» для освоения общеобразовательной дисциплины **ОП.06 Теория и устройство судна**

Представленный перечень практических работ рассчитан на 30 часов и охватывает применение информации об эксплуатационных и мореходных качествах судна с целью овладения указанным видом профессиональной деятельности и соответствующими профессиональными компетенциями. Обучающийся в ходе освоения профессионального модуля должен:

**уметь:**

- применять информацию об остойчивости судна, диаграммы, устройства и компьютерные программы для расчета остойчивости в неповрежденном состоянии судна и в случае частичной потери плавучести.

**знать:**

- основные конструктивные элементы судна, геометрию корпуса и плавучесть судна изменение технического состояния корпуса во времени и его контроль, основы прочности корпуса;

- судовые устройства и системы жизнеобеспечения и живучести судна;

- требования к остойчивости судна;

- теорию устройства судна для расчета остойчивости, крена, дифферента, осадки и других мореходных качеств;

- маневренные, инерционные и эксплуатационные качества, ходкость судна, судовые двигатели, характеристики гребных винтов, условия остойчивости в неповрежденном состоянии для всех условий загрузки;

- техническое обслуживание судна.

# Практическая работа №1

## Тема: Классификация судов по правилам Регистра

**Цель урока:** Изучить классификацию судов по Регистру.

**Материально-техническое оснащение**

Речной Регистр, Том1.

Фрид Е.Г. «Устройство судна»

### Ход урока

1. Заполнить таблицу, пользуясь теоретической частью и учебником Фрид Е.Г. «Устройство судна» стр.28.,127.

Таблица 1 Основные символы в формуле класса.

<i>Символ класса судна</i>	<i>Расшифровка</i>	<i>Нормативная высота волны</i>	<i>Обеспеченность высот волн, %</i>	<i>Суммарная повторяемость, %</i>
Л	Плавают в различной ледовой обстановке	0,6	1	≤4

2. Заполните таблицу, пользуясь теоретической частью.

Таблица 2. Дополнительные символы в формуле класса.

<i>Символ класса судна</i>	<i>Расшифровка</i>
☒	Суда, построенные под техническим наблюдением Речного Регистра.

3. Вывод.

### Теоретическая часть

Принципы классификации судов

1 Класс судна определяется совокупностью условных символов, присваиваемой судну при его классификации и характеризующей конструктивные особенности судна и условия его эксплуатации в соответствии с правилами исходя из требований безопасности.

2 Классификация судов осуществляется в соответствии с классификацией водных бассейнов.

3 Внутренние водные бассейны, включая участки с морским режимом судоходства, классифицируются по разрядам "Л", "Р", "О" и "М" в зависимости от их ветро-волнового режима исходя из следующих условий:

1) в бассейнах разрядов "Л", "Р" и "О" волны 1%-ной обеспеченности высотой соответственно 0,6, 1,2 и 2,0 м имеют суммарную повторяемость (обеспеченность) не более 4% навигационного времени;

2) в бассейнах разряда "М" волны 3%-ной обеспеченности высотой 3,0 м имеют суммарную повторяемость (обеспеченность) не более 4% навигационного времени. Участки с морским режимом судоходства начинаются от границы внутренних водных путей. В этих участках могут эксплуатироваться суда всех типов в соответствии с правилами и классом судна.

Перечни внутренних водных бассейнов России в зависимости от их разряда, а также морские районы, в которых может осуществляться эксплуатация судов смешанного (река-море) плавания, и условия эксплуатации судов устанавливаются правилами.

Морские районы классифицируются по разрядам "О-ПР", "М-ПР" и "М-СП" в зависимости от их ветро-волнового режима и обеспеченности местами убежища.

4 Основными символами в формуле класса судов внутреннего плавания являются буквы "Л", "Р", "О" и "М", определяющие конструктивные особенности судна и разряд водного бассейна, в котором оно может эксплуатироваться.

Основными символами в формуле класса судов смешанного (река-море) плавания являются буквенные сочетания "О-ПР", "М-ПР" и "М-СП", определяющие конструктивные особенности судна и условия его эксплуатации в морских районах.

Характеристики нормативных высот волн применительно к основному символу класса судна.

5 В зависимости от конструктивных особенностей судна основной символ класса в формуле класса дополняется следующими символами:

1) для судов, построенных под техническим наблюдением Речного Регистра или другой признанной Речным Регистром классификационной организации, - символом , который ставится перед основным символом, например, " О";

2) непосредственно после основного символа класса вносится допускаемая при эксплуатации высота волны в метрах с точностью до первого знака после запятой, например, " О1,5".

Для высокоскоростных судов: глиссеров, судов на подводных крыльях (СПК), судов на воздушной подушке (СВП), а также экранопланов ограничения по высоте волны записываются в виде дроби, в числителе которой указывается высота волны при движении судна в водоизмещающем состоянии, а в знаменателе - в эксплуатационном режиме. После дроби указывается тип судна по принципу движения, например, " Р1,2/0,8 глиссер", " О2,0/1,2 СПК", " О2,0/1,5 СВП", " Р1,2/0,4 экраноплан";

3) для судов, имеющих специальные ледовые усиления, после значения высоты волны записываются заключенные в скобки слово "лед" и толщина мелкобитого зимнего льда в сантиметрах, установленная Речным Регистром при согласовании проекта судна, например, " О (лед 20)". В формулу класса ледоколов вносится слово "ледокол";

4) для судов, оборудованных средствами автоматизации в соответствии с правилами, после всех символов, указанных в подпунктах 1-3 данного пункта, вносится буква "А", например, " О2,0 (лед 20) А";

5) если судно или его отдельные элементы не в полной мере соответствуют правилам, не проверены практикой эксплуатации, но признаны Речным Регистром годными к эксплуатации как экспериментальные с целью их изучения и проверки, в формулу класса перед символом " " вносится символ "Э", например, "Э О2,0 (лед 20) А".

При удовлетворительных результатах испытаний, эксплуатации и освидетельствований судна с экспериментальным классом символ "Э" из формулы класса может быть исключен.

6 Речной Регистр может исключить или изменить в формуле класса тот или иной символ при изменении или нарушении условий, послуживших основанием введения в формулу класса данного символа.

7 Речной Регистр присваивает класс судну при первоначальном освидетельствовании, подтверждает, возобновляет или восстанавливает его при других видах освидетельствований. Присвоение, возобновление или восстановление класса судну удостоверяется выдаваемым на судно классификационным свидетельством.

8 Класс судна, эксплуатируемого постоянно в бассейне данного разряда, должен быть не ниже разряда этого бассейна.

9 Судно внутреннего плавания, имеющее годное техническое состояние, может быть признано пригодным к эпизодическому плаванию (нерегулярной эксплуатации) в бассейне более высокого разряда при условии выполнения дополнительных требований по конструкции, надводному борту, оборудованию, снабжению, а также ограничений по району плавания, ветро-волновому режиму, сезонности, ледовым условиям и т.п.

10 Речной Регистр по заявке судовладельца проводит переклассификацию судов в случае необходимости изменения основного символа класса в формуле класса или типа и назначения судна.

11 Работы по подготовке судна к переклассификации с повышением класса и/или в связи с изменением типа и назначения судна должны проводиться в соответствии с технической документацией, согласованной с Речным Регистром, и под его техническим наблюдением. Расчеты и проверки должны выполняться в соответствии с правилами, действующими на момент разработки технической документации по переклассификации, и должны быть ориентированы на новые условия эксплуатации в связи с изменением внешних нагрузок, технических характеристик (осадка, водоизмещение, высота надводного борта), рода перевозимого груза и т.п.

Таблица «Характеристики нормативных высот волн применительно к основному символу класса судна»

Основной символ класса	"Л"	"Р"	"О"	"М"	"О- ПР"	"М- ПР"	"М-СП"
Нормативная высота волны, м	0,6	1,2	2,0	3,0	2,0	2,5	3,5
Обеспеченность высот волн, %	1	1	1	3	3	3	3

### Контрольные вопросы

1. Какое назначение имеют суда типа ро-ро и лихтеровозы?
2. Какое назначение имеют суда называют балкерами и рефрижераторными?
3. Какие типы судов относятся к классу промысловых?
4. Какие типы судов относятся к классу судов технического флота?

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

**Тема: Расчёт коэффициента полноты мидель-шпангоута.**

### Строевая по шпангоутам

**Цель работы:** Научиться находить площадь шпангоута по правилу трапеций;  
- определять коэффициент полноты мидель-шпангоута;

#### Материально-техническое оснащение

Н.А. Тихомиров «Теория и устройство судна».

#### Ход работы

1. Изучить теоретическую часть
2. Определить площадь шпангоута для судна с представленными размерениями (заполнив таблицу).

Таблица 1 «Расчёт площади шпангоута»

№ ординат	ординаты
0	
1	
2	
Сумма	
Поправки	
Исправление суммы	
$\Delta T = 0,45\text{м}$	
Площадь $\omega = \dots$	

3. Определить коэффициент полноты мидель-шпангоута.
4. Расписать, как производят построение кривой строевой по шпангоутам и построить кривую по предложенной таблице.



Таблица2 «Площадь шпангоутов»

	Нос											Корма									
	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площадь шпангоутов	0	1,48	3,6	5,9	8,1	10,28	12,15	13	13	13	13	13,09	13	12,9	12,1	9,95	7,66	5,22	2,84	0,88	0

5.Вывод.

### Теоретическая часть

Главными размерениями судна являются длина, ширина, осадка и высота борта.

Длина судна  $L$ ,

Различают: длину  $L$ — расстояние, измеренное в горизонтальной плоскости между крайними точками носовой и кормовой оконечностей корпуса без выступающих частей

Ширина судна на мидель-шпангоуте  $B$  — расстояние, измеренное на мидель-шпангоуте перпендикулярно к ДП на уровне КВЛ или расчетной ВЛ между внутренними поверхностями обшивки корпуса.

Осадка судна  $T$  — вертикальное расстояние, измерению\* в плоскости мидель-шпангоут; от основной плоскости до плоскости КВЛ или расчетной ВЛ

Чтобы найти площадь одного шпангоута, необходимо разбить ее на несколько горизонтальных полос. В каждой из этих полос криволинейную кромку можно без большой погрешности заменить прямолинейной (чем на большее число полос будет разбита площадь, тем меньше будет погрешность). После этого площадь каждой полоски, представляющей собой трапецию, легко подсчитать. Складывая площади всех полосок, на которые разбита площадь шпангоута, и удвоив их, так как на теоретическом чертеже изображают только половины шпангоутов, получают численную величину площади шпангоута.

Требуется определить площадь шпангоута для судна с главными размерениями  $L=37,2$  м,  $B=7,4$  м,  $T=1,8$  м, пользуясь правилами трапеций.

$$S_i = 2\Delta T \left[ (y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_n) - \frac{1}{2} (y_0 + y_n) \right],$$

или в сокращенном виде

Так как обводы шпангоута симметричны, то расчетные ординаты берутся лишь для одной половины шпангоута, но зато удваивается результат. Тогда формула для определения площади шпангоута по правилу трапеции примет вид.

где  $\Delta T$  — расстояние между ватерлиниями, 0,45м;

$$\omega_i = 2\Delta T \left[ \sum_{i=0}^{i=n} y_i - \frac{1}{2} (y_0 + y_n) \right] = 2\Delta T \sum_{i=0}^{i=n} y_{i \text{ исп}}$$

$y_i$  — ордината шпангоута на каждой ватерлинии м;

$n$ —номер ватерлинии, до которой вычисляется площадь шпангоута;

$$\sum_{i=0}^{i=n} y_i = y_0 + y_1 + y_2 + \dots + y_n \text{ — сумма ординат;}$$

$$\frac{1}{2} (y_0 + y_n) \text{ — поправка;}$$

$$\sum_{i=0}^{i=n} y_{i \text{ исп}} \text{ — исправленная сумма.}$$

*Рисунок перенести в тетрадь с указанными размерениями масштаб выбрать 1см=1м.*



Рис. 1. Вычисление площади мидель-шпангоута и ординаты центра тяжести

Зная площадь мидель-шпангоута, можем определить коэффициент полноты мидель-шпангоута

$$\beta = \omega / VT$$

### Строевая по шпангоутам

По данным табл., при расчете объемного водоизмещения судна в нижней горизонтальной строке будут получены значения погруженной площади каждого шпангоута.

Значение площадей шпангоутов служит для построения строевой по шпангоутам. Это построение выполняется следующим образом.

На отрезке горизонтальной прямой в определенном масштабе (например,  $1 \text{ см} = 1 \text{ м}$ ), равной длине судна  $L$ , наносятся расстояния между теоретическими шпангоутами. Из полученных точек восстанавливают перпендикуляры, на которых откладываются значения площадей шпангоутов в выбранном масштабе (например,  $1 \text{ см} = 1 \text{ м}^2$ ). Тогда, соединяя полученные точки на перпендикулярах плавной кривой, получим строевую по шпангоутам.

Следовательно, *строевой по шпангоутам* называется кривая, ординаты которой в определенном масштабе выражают величину площади погруженной части шпангоутов в зависимости от положения их по длине судна.

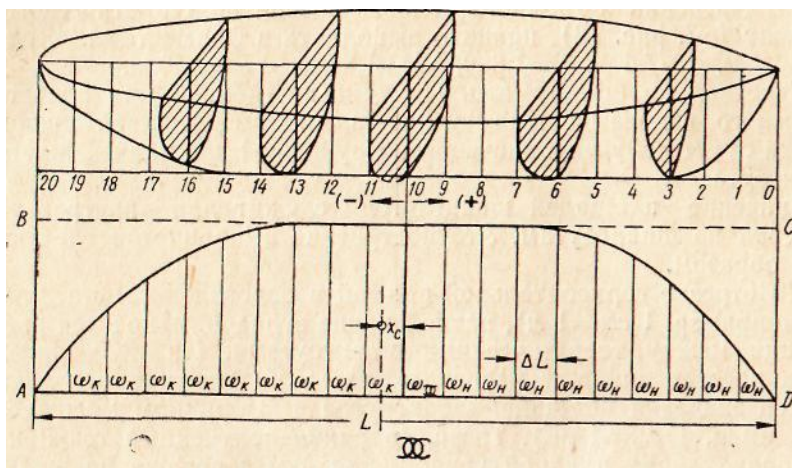


Рис1 Строевая по шпангоутам.

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 3

### Тема: Расчёт грузоподъёмности и грузовместимости различных типов судов

**Цель работы:** Научиться производить расчёт грузовместимости и грузоподъёмности судов.

#### Материально-техническое оснащение

А.И. Наумов «Теория, устройство и ремонт судов внутреннего плавания»

А.Н. Тихомиров «Теория и устройство судна»

#### Ход работы

1. Необходимо в виде схемы отразить в тетради теоретическую часть (формулы и расшифровку формул указывать).
2. Решить задачи, пользуясь конспектом лекции и полученной схемой.
  1. Определить грузоподъёмность баржи, имеющей  $L=72$  м,  $B=9,6$  м, осадку порожнем  $0,5$  м, осадку в грузу  $1,7$  м и  $\alpha=0,84$  м.
  - 2.. Определить удельный объём груза (наиболее подходящего для данного судна), если чистая вместимость судна равна  $1200$  м<sup>3</sup>, а грузоподъёмность —  $600$  т.
  3. Сколько тонн свинца в чушках и прессованного сена можно одновременно погрузить в судно грузоподъёмностью  $400$  т и грузовместимостью  $350$  м<sup>3</sup> при условии полного использования грузоподъёмности и грузовместимости. Объём  $1$  т свинца в чушках равен  $0,2$  м<sup>3</sup>, а объём  $1$  т прессованного сена —  $3,5$  м<sup>3</sup>.
  4. Деревянная баржа размерами  $L=60$  м,  $B=11$  м,  $H=2,5$  м имеет грузоподъёмность  $450$  т. Определить величину надводного борта баржи, если ее осадка порожнем  $T_0=0,45$  м, а коэффициент полноты площади грузовой ватерлинии  $\alpha=0,85$ .
  5. Определить грузоподъёмность баржи размерами  $L=50$  м,  $B=8$  м,  $H=2,8$  м, если осадка порожнем  $T_0=0,35$  м, надводный борт равен  $0,7$  м и коэффициент полноты площади грузовой ватерлинии  $\alpha=0,86$ .

Сделать вывод.

#### Теоретическая часть

Полный вес судна складывается из постоянных весов корпуса, механизмов, оборудования, устройств, систем и инвентаря и переменных весов топлива, смазки, пресной воды (при плавании в море), судовых запасов, команды и пассажиров с багажом и груза, который может принять судно при погружении до грузовой ватерлинии.

Сумма перечисленных выше постоянных весов дает вес судна (или весовое водоизмещение) в порожнем состоянии.

Разница между весовыми водоизмещениями судна в полном грузе и порожнем называется *п о л н о й г р у з о п о д ъ е м н о с т ь ю* судна или *д е д в е й т о м*. Следовательно, дедвейт представляет собой такое количество переменных грузов, которое судно (может принять, будучи в порожнем состоянии, до (погружения его по грузовую ватерлинию. Чтобы получить *ч и с т у ю г р у з о п о д ъ е м н о с т ь*, определяющую весовое количество полезного груза, которое судно способно принять в свои грузовые трюмы и на палубу, из дедвейта следует вычесть вес топлива, смазки, пресной воды, судовых запасов и экипажа с багажом.

Для определения полной грузоподъемности речного несамоходного судна можно пользоваться следующей приближенной формулой:

$$Q = aLB(T_1 - T_0) \text{ т,}$$

где  $T_1$  — осадка судна в полном грузу;

$T_0$  — осадка судна порожнем;

$a$  — коэффициент полноты площади грузовой ватерлинии (более точные результаты можно получить, если коэффициент полноты грузовой ватерлинии заменить коэффициентом полноты ватерлинии, средней по высоте между осадками в грузу и порожнем).

Одна грузоподъемность недостаточно характеризует судно с точки зрения возможности перевозки на нем того или иного груза. Так, например, если груз имеет малый удельный вес, он не сможет разместиться в грузовых помещениях и грузоподъемность не будет использована полностью.

Для того чтобы можно было получить представление об объеме судовых помещений, вводится понятие грузовместимости. Грузовместимость характеризует объемное количество грузов, допускаемое к погрузке на судно.

Полный внутренний объем судна по верхнюю палубу вместе с объемом надстроек на этой палубе называется *в а л о в о й в м е с т и м о с т ь ю* судна. Но так как в этот объем входят и помещения, занятые различными судовыми службами и устройствами, весь этот объем не может быть использован для перевозки груза. Поэтому, чтобы получить чистую вместимость, необходимо объемы помещений, в которых расположены судовые службы и устройства, вычесть из валовой вместимости.

Единицей вместимости на речном флоте является кубический метр, а на морском — регистровая тонна (условная единица), представляющая собой объем, равный  $2,83 \text{ м}^3$ .

Валовая вместимость определяется приближенно по следующим формулам:

а) для судов без надстроек

$$v = \delta LBH;$$

б) для судов с надстройками

$$v = \delta LBH + lbh,$$

где  $l$ ,  $b$  и  $h$  — соответственно длина, ширина и высота надстройки в  $м$ .

Чтобы (полностью использовать грузоместимость и грузоподъемность, необходимо знать удельный погрузочный объем груза, т. е. объем трюма, занимаемый 1 т груза. Для определения удельного объема груза, при погрузке которого будут полностью использованы грузоместимость и грузоподъемность, пользуются следующей формулой:

$$E = W/Q \text{ м}^3/\text{т}$$

где  $W$  — чистая вместимость в  $m^3$ ;

$Q$  — грузоподъемность судна в  $t$ .

Грузовместимость судна вычисляют следующими методами:

а) для грузов, перевозимых насыпью (зерно, песок и т. д.), —\* по внутреннему объему грузовых трюмов до верхней кромки комингса люка;

б) для грузов, перевозимых наливом, — по полному внутреннему объему за вычетом 2—3% на набор корпуса;

в) грузместимость для штучных грузов — по внутреннему объему грузовых трюмов до нижней кромки рамных бимсов и книц по палубе. Грузместимость вычисляют в кубических метрах, после чего проверяют возможность использования грузоподъемности судна по условиям грузместимости. Для этого объем грузовых помещений делят на удельный погрузочный объем ( $m^3/t$ ) данного груза.

Таблица 1 «Погрузочные объемы наиболее часто перевозимых грузов»

Наименование груза	Способ погрузки	Удельный погрузочный объем, $E m^3/t$	
<i>Наливные</i>			
Бензин	Наливом »	1,19—1,25	
Керосин		1,22	
Нефть сырая		1,08—1,10	
Мазут		1,12	
<i>Сыпучие</i>			
Зерно (рожь, пшеница)	Насыпью »	1,34—1,37	
Песок речной		0,62—0,73	
Камень		0,67	
Гравий (галька)		0,67	
Уголь каменный		1,12—1,26	
Руда различная		0,28—0,56	
Кокс газовый		0,62	
Цемент		0,75—1,03	
<i>Лесные</i>			
Дрова		Насыпью »	2,4—5
Бревна			1,2—2,4
Рудстойка	Укладкой	1,5	
Пиломатериалы		1,3	
Генеральные грузы		2,0 (в среднем)	

(грузы в мешках, ящиках, бочках и др.)		
---	--	--

Однородный груз (уголь, нефть, лес, строительные материалы, руда и т. п.) чаще перевозят в специальных, приспособленных для данного груза судах. На грузопассажирских и грузовых самоходных судах обыкновенно перевозят смешанные грузы. Поэтому часто приходится определять количество «грузов, имеющих различные удельные объемы, которые можно принять в трюмы, чтобы целиком использовать грузоподъемность и грузовместимость судна.

Условимся называть тяжелым грузом такой груз, удельный объем которого больше отношения чистой вместимости к грузоподъемности судна, и легким — такой груз, удельный объем которого меньше отношения чистой вместимости к грузоподъемности.

Очевидно, что суммарный вес грузов обоого рода должен быть равен грузоподъемности судна. Следовательно,

$$x+y=Q,$$

где  $x$ —вес тяжелого груза в т

$y$  — вес легкого груза в т.

Аналогично суммарный объем грузов обоого рода должен равняться грузовместимости судна . Следовательно,

$$xv_m+yv_l=Q,$$

где  $v_m$ —удельный объем тяжелого груза в  $m^3/t$ ;

$v_l$ — удельный объем легкого груза в  $m^3/t$ .

Решив полученную систему двух уравнений с двумя неизвестными, найдем:

$$x= \frac{Qv_l - W}{v_l - v_m}$$

$$y= \frac{W - v_m Q}{v_l - v_m}$$

### Критерии оценки

- 1.Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
- 3.Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
- 4.Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 4

### Тема: Определение водоизмещения судна по диаграмме - масштаб

#### Бонжана

**Цель работы:** Научиться определять водоизмещение по диаграмме.

#### Материально-техническое оснащение

В.Н.Мельник «Эксплуатационные расчёты мореходных характеристик судна»

#### Ход работы

1. Пользуясь теоретической частью, заполнить таблицу

Таблица 1 «Масштаб Бонжана»

Что представляет масштаб Бонжана	Назначение масштаба Бонжана	Структура расчёта (формулы)

2. Зарисовать рис.1 и 2.

3. Решить задачу.

4. Сделать вывод.

#### Теоретическая часть

*Масштаб Бонжана* представляет собой чертеж, на котором изображены величины погруженных площадей теоретических шпангоутов в зависимости от их углубления.

Обычно на чертеже показан сжатый по длине боковой вид корпуса судна (рис. 1), на котором вертикальными линиями отмечены следы теоретических шпангоутов и от них построены кривые погруженных площадей  $\omega_2 = \varphi(T_2)$ . На некоторых чертежах при равноотстоящих шпангоутах вместо погруженных площадей кривые изображают погруженные объемы:  $v_2 = \omega_2 \Delta L$ , где  $\Delta L$  — расстояние между теоретическими шпангоутами (теоретическая шпация).

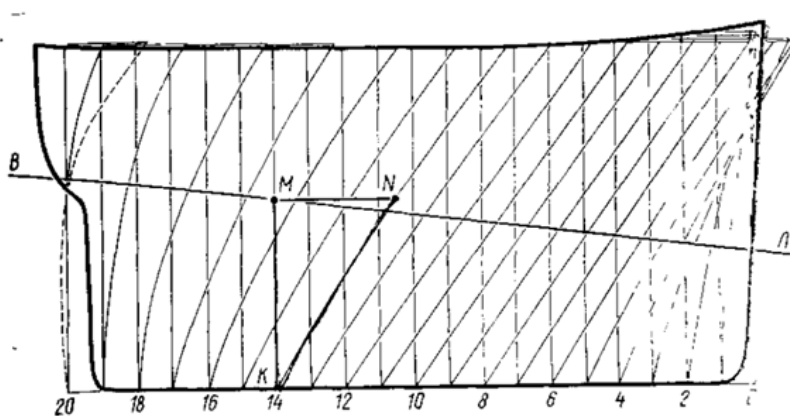


Рис. 1. Масштаб Бонжана

Масштаб Бонжана предназначен в основном для расчетов водоизмещения и абсциссы ЦВ судна при его посадке с большим дифферентом. Он не часто используется при судовых эксплуатационных расчетах, но встречаются случаи, когда применение масштаба Бонжана необходимо. С его помощью, например, можно рассчитать объем и абсциссу ЦТ объема любого отсека корпуса, в том числе и машинного отделения (МО),



что требуется для расчетов непотопляемости. По масштабу Бонжана рассчитывают составляющие изгибающего момента и перерезывающей силы от действия сил поддержания при проверке прочности крупнотоннажных судов.

Для расчета водоизмещения и абсциссы ЦВ по масштабу Бонжана на боковом виде корпуса наносят осадки носом и кормой и проводят след ватерлинии.

Для учета изгиба корпуса можно нанести также осадку на миделе и через полученные три точки провести плавную кривую следа ватерлинии. Точка М пересечения ватерлинии со следом  $i$ -го теоретического шпангоута (см. рис. 1) отсекает на вертикали отрезок КМ, равный углублению этого шпангоута. Проводя через точку М горизонталь до пересечения с кривой  $\omega_i$  ( $T_2$ ), получают отрезок  $MN$ , изображающий в масштабе площади погруженную площадь  $i$ -го теоретического шпангоута.

Определенные по масштабу Бонжана площади  $\omega_i$  заносят в табл. 2, и дальнейший расчет ведут в табличной форме. Если ватерлиния и не пересекает какой-либо из концевых шпангоутов, то вместо его площади в графе 2 табл. 2 ставят прочерк. Если на чертеже для концевых шпангоутов построены кривые приведенных площадей (обычно они нанесены пунктирными линиями), то при расчете водоизмещения следует пользоваться этими кривыми.

Суммируя величины погруженных площадей и их произведений на постоянные множители, вносят суммы в графы 2 и 4, под ними записывают поправки, вычисляемые как полусуммы крайних слагаемых, и исправленные суммы:

$$\Sigma_{\text{испр}}\omega_i = \Sigma\omega_i - (\omega_0 + \omega_{20})/2; \Sigma_{\text{испр}}\omega_i(10 - i) = \Sigma\omega_i(10 - i) - (10\omega_0 - 10\omega_{20})/2.$$

Объемное водоизмещение судна и абсцисса ЦВ:

$$V = \Delta L \Sigma_{\text{испр}}\omega_i, \quad x_c = \Delta L \Sigma_{\text{испр}}\omega_i(10 - i) / \Sigma_{\text{испр}}\omega_i.$$

Таблица 2. Вычисление объемного водоизмещения и абсциссы ЦВ судна по масштабу Бонжана

Номер $i$ теоретического шпангоута	Погруженная площадь $\omega_i$ теоретического шпангоута, м <sup>2</sup>	Множитель $(10 - i)$	Графа 2 $\times$ графу 3
1	2	3	4
0	$\omega_0$	10	$\omega_0 \cdot 10$
1	$\omega_1$	9	$\omega_1 \cdot 9$
2	$\omega_2$	8	$\omega_2 \cdot 8$
...	...	...	...
19	$\omega_{19}$	-9	$\omega_{19}(-9)$
20	$\omega_{20}$	-10	$\omega_{20}(-10)$
Сумма	$\Sigma\omega_i$	—	$\Sigma\omega_i(10 - i)$
Поправка	$(\omega_0 + \omega_{20})/2$	—	$(10\omega_0 - 10\omega_{20})/2$
Исправленная сумма	$\Sigma_{\text{испр}}\omega_i$	—	$\Sigma_{\text{испр}}\omega_i(10 - i)$

Распределение погруженных площадей шпангоутов и объемов подводной части корпуса по длине судна иллюстрирует строевая по шпангоутам (рис. 2), представляющая собой кривую зависимости погруженной площади шпангоута от его положения по длине, которая строится с помощью масштаба Бонжана Площадь, ограниченная строевой и осью абсцисс, с учетом масштаба равна объемному водоизмещению судна, а абсцисса ЦТ этой площади равна абсциссе ЦВ:

$$V = \int_{-L/2}^{L/2} \omega dx; \quad x_c = \frac{1}{V} \int_{-L/2}^{L/2} \omega x dx.$$

Расчет  $V$  и  $x_c$  по масштабу Бонжана в табл. 2 и по выражениям (25) фактически является вычислением определенных интегралов (26) в табличной форме по правилу трапеций.

Для вычисления объема произвольного отсека корпуса судна по заданный уровень и абсциссы ЦТ этого объема на строевой по шпангоутам вертикальными линиями наносят следы плоскостей поперечных переборки, Применяя свойства строевой к выделенному вертикалями участку, рассчитывают

$$v = \int_{x_k}^{x_n} \omega dx; \quad x_v = \frac{1}{v} \int_{x_k}^{x_n} \omega x dx,$$

где  $x_k$  и  $x_n$  — абсциссы кормовой и носовой переборки отсека.

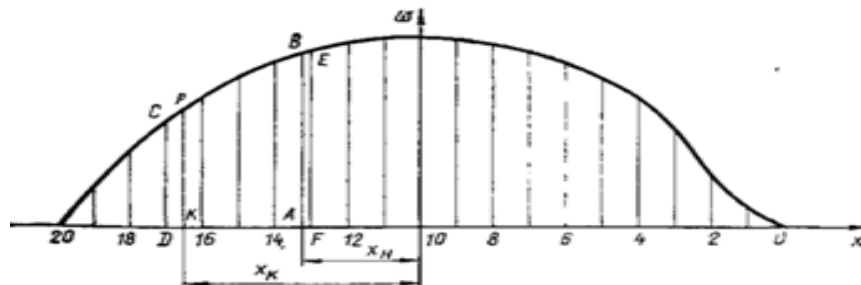


Рис. 2. Строевая по шпангоутам

Задача. Рассчитать по масштабу Бонжана объём отсека МО судна по уровень твиндечной палубы и абсциссу его ЦТ  $x_k=-45,5$  м;  $x_n=-22,2$  м;  $z_{m.e.n}=8,1$  м;  $L=140$  м.

Теоретическая палуба  $\Delta L = L/20 = \dots$

Определим номера  $m$  и  $n$  ближайших теоретических шпангоутов, расположенных в нос от носовой и кормовой переборок МО:

$$m = [10 - x_n / \Delta L] = \dots$$

$$n = [10 - x_k / \Delta L] = \dots$$

(квадратные скобки означают, что берется целая часть заключённого в них выражения).

Рассчитываем объём и абсциссу ЦТ объёма отсека, заключённого между плоскостями 13-го и 17-го теоретических шпангоутов. Для этого площади теоретических шпангоутов на уровне твиндечной палубы, определяем по масштабу Бонжана и заносим в таблицу вычисляем исправленные суммы и рассчитываем

$$v = \Delta L \sum_{i=n}^m \omega_i = \dots$$

$$x_v = \Delta L \sum_{i=n}^m \omega_i (10 - i) / \sum_{i=n}^m \omega_i = \dots$$

Так как носовая и кормовая переборка МО не расположены в плоскостях в плоскостях теоретических шпангоутов, для получения объема отсека МО  $v_{MO}$  следует из расчётного объема  $v$  вычесть объем корпуса  $v_n$ , заключённый между носовой переборкой и 13 шпангоутом, и объем  $v_k$ , заключённый между кормовой переборкой и 17 шпангоутом. На рис.2 объёмы  $v_n$  и  $v_k$  изображены площади трапеций ABEF и CDKP.

Для вычисления  $v_n$  рассчитываем отстояние носовой переборки от 13 шпангоута  $\Delta F = \Delta L(10 - m) - x_n = \dots$

Площадь носовой переборки МО по уровень твиндечной палубы вычисляем, сделав допущение, что зависимость площади шпангоута от его положения по длине судна линейна в пределах

**Таблица 1** Расчет объема и абсциссы ЦТ объема отсека, расположенного между 13-м и 17-м теоретическими шпангоутами (см. табл. 2)

$i$	$\omega_i$	Множ- тель (10 - i)	Графа 2 × графа 3
1	2	3	4
13	156,0	-3	-468,0
14	147,2	-4	-588,8
15	134,1	-5	-670,5
16	115,0	-6	-690,0
17	90,6	-7	-634,2
$\Sigma$	642,9	—	-3051,5
Поправка	123,3	—	-551,1
$\Sigma_{испр}$	519,6	—	-2500,4

ской шпации.  $\omega_n = \omega_m + (\omega_{m+1} - \omega_m) AF / \Delta L = \dots$  м<sup>2</sup>. Объем  $v_n$  и абсциссу его ЦТ вычисляем как площадь трапеции ABEF и отстояние ее ЦТ от плоскости мидель-шпангоута  $v_n = S_{ABEF} = AF(\omega_n + \omega_m) / 2 = \dots$  м<sup>3</sup>;  $x_n = \Delta L(10 - m) - AF(2\omega_n + \omega_m) / [3(\omega_n + \omega_m)] = \dots$  м.

Аналогично вычисляем объем  $v_k$  и абсциссу его ЦТ  $x_k$ :  $KD = x_k - \Delta L[10 - (n+1)] = \dots$  м;

$$\omega_k = \omega_{n+1} - (\omega_{n+1} - \omega_n) KD / \Delta L = \dots \text{ м}^2;$$

$$v_k = S_{CDKP} = KD(\omega_k + \omega_{n+1}) / 2 = \dots \text{ м}^3;$$

$$x_k = \Delta L[10 - (n+1)] + KD(2\omega_k + \omega_{n+1}) / [3(\omega_k + \omega_{n+1})] = \dots \text{ м}.$$

Определяем объем отсека и абсциссу его ЦТ:  $V_{MO} = v - v_n - v_k = \dots$  м<sup>3</sup>,  $x_{MO} = (vx_v - v_n x_n - v_k x_k) / V_{MO} = \dots$  м.

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 5

### Тема: Изменение осадки судна:

-при его погрузке и разгрузке

- при переходе из солёной воды в пресную

**Цель работы:** Научиться определять изменение осадки.

**Материально-техническое оснащение**

А.И. Наумов Теория, устройство и ремонт судов внутреннего плавания

#### Ход работы

1. Записать формулу изменение осадки судна при его погрузке или разгрузке с расшифровкой.

2. Решить задачи 1 и 2

*Задача 1.* На судно, имеющее размеры:  $L = 50$  м;  $B = 10$  м;  $T = 2,2$  м и  $\alpha = 0,85$ , принят дополнительно груз весом 30 т. Определить, (насколько изменится осадка судна.

*Задача 2.* С судна, данные которого приведены в задаче 1, снято 12 т груза. Найти новую осадку судна.

3. Записать формулу изменение осадки судна при переходе из соленой воды в пресную и обратно с расшифровкой.

4. Решить задачи 4,5,6.

*Задача 3.* Грузовое судно водоизмещением 1200 т имеет площадь грузовой ватерлинии  $472 \text{ м}^2$ . Определить увеличение осадки при переходе из соленой воды с удельным весом  $\gamma = 1,026 \text{ т/м}^3$  в пресную.

*Задача 4.* Грузовое судно с коэффициентами  $\delta = 0,48$  и  $\alpha = 0,76$  из пресной воды в морскую, удельный вес которой  $\gamma = 1,026 \text{ т/м}^3$ . Определить изменение осадки.

*Задача 5.* Судно размерами  $L = 26$  м,  $B = 7,4$  м, и  $T = 1,8$  м вышло из реки в море. Определить осадку его в море, если известно, что  $\delta = 0,5$  и  $\alpha = 0,81$

5. Сделать вывод.

#### Теоретическая часть

##### ИЗМЕНЕНИЕ ОСАДКИ СУДНА ПРИ ЕГО ПОГРУЗКЕ ИЛИ РАЗГРУЗКЕ

Если на судне нет кривой водоизмещения, то осадку его при приеме или расходовании грузов можно установить следующим путем.

Допустим, что на судно принят дополнительно груз весом  $p$  тонн, при этом осадка судна увеличится на  $\Delta T$ , в результате чего увеличится и водоизмещение, причем это увеличение будет равно объему добавочного слоя воды, вытесненного судном. Площадь основания этого слоя является площадью действующей ватерлинии  $S$ , а толщина его равна  $\Delta T$ . Так как добавочная сила поддержания уравнивается весом принятого груза, то можно написать

$$p = \Delta D = \gamma \Delta v = \gamma S \Delta T,$$

Откуда

$$\Delta T = p / \gamma S$$

##### ИЗМЕНЕНИЕ ОСАДКИ СУДНА ПРИ ПЕРЕХОДЕ ИЗ СОЛЕННОЙ ВОДЫ В ПРЕСНУЮ И ОБРАТНО

По условиям эксплуатации многим речным судам приходится выходить из устьев рек в море и, наоборот, морским судам приходится часто из моря заходить в устья рек.

При переходе судна из воды одной плотности в воду другой плотности весовое водоизмещение его не меняется, объемное же водоизмещение и осадка изменяются.

Чем больше удельный вес воды, тем меньший объем ее вытеснит плавающее судно при одном и том же весовом водоизмещении; следовательно, осадка судна в морской воде будет меньше, чем в пресной.

При переходе судна из соленой воды в пресную его осадка и объемное водоизмещение увеличатся, причем это приращение будет равно объему добавочного слоя воды, который вытеснит судно. Объем этого добавочного слоя воды будет

$$\Delta v = V - V_1 = D - (D/\gamma) = (\gamma - 1 / \gamma)D$$

С другой стороны, этот объем можно выразить через площадь ватерлинии  $S$  и изменение осадки  $\Delta T$ :

$$\Delta v = S\Delta T$$

Приравняв правые части этих равенств, получим

$$(\gamma - 1 / \gamma)D = S\Delta T$$

откуда.  $m$ .

Изменение осадки можно определить также, зная число тонн, приходящихся на 1 см осадки:

$$\Delta T = \gamma / q = (\gamma - 1) D / q$$

Необходимо отметить, что при переходе в воду другой плотности судно может, помимо изменения осадки, получить также некоторый дифферент (или изменить имевшийся ранее дифферент). Дифферент не изменится только в том случае, если центр тяжести добавочного слоя воды находится на одной вертикали с центром величины судна.

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 6

### Тема: Определение параметров остойчивости судна

#### с использованием опыта кренования

**Цель работы:** Освоить метод определения метацентрированной высоты с использованием метода кренования.

#### Материально-техническое оснащение

С.В. Донцов «Основы теории судна».

#### Ход работы

1. Изучить теоретическую часть.
2. Выполнить работу в виде таблицы.

Таблица 1 «Опыт кренования»

Суда подверженные опыту кренования	Сущность опыта кренования (формула)	Определение $Z_G$ (формула, рисунок 1)	Требования к проведению опыта	Последовательность определения угла крена (рисунок, формула)

	метаметр. высоты)			

## Теоретическая часть

### *Определение поперечной метацентрической высоты судна путем выполнения опыта кренования*

При постройке судна, во можно некоторое перераспределение масс. вследствие чего возникают расхождения между расчетными и действительными значениями аппликат ЦТ. судна и метацентрической высоты. В связи с этим регистр предписывает уточнять проектные данные о положении ЦТ построенного судна путём проведения так называемого опыта кренования.

Опыту кренования подвергаю головные суда строящихся серий, каждое пятое судно серии, а также новые суда несерийной постройки кроме того, опыту кренования подвергают каждое судно после капитального ремонта или переоборудования и суда. остойчивость которых неизвестна или вызывает сомнения.

Опыт кренования основан на использовании формулы, определяющей угол крена при перемещении груза в поперечно-горизонтальном направлении. Зная массу груза  $P$ , перемещаемого в поперечно -горизонтальном направлении, плечо его переноса  $l_y$ , водоизмещение судна  $D$  и угол крена  $\theta$ , возникающий после перемещения груза можно вычислить метацентрическую высоту судна:

$$h = \frac{P \cdot l_y}{D \cdot \operatorname{tg} \theta} = \frac{M_{кр}}{D \cdot \operatorname{tg} \theta}$$

где  $M_{кр}$  - кренящий момент, вызванный переносом груза.

Массу перемещаемого груза, который принято называть крен –балластом, определяют взвешиванием, плечо  $l_y$  - непосредственным замером водоизмещение  $D$  по кривой водоизмещения или масштабу бонжана исходя из замеренной осадки судна в момент кренования.

Определив в результате опыта значение угла  $\theta$  и подставив его в формулу, получаем метацентрическую высоту судна  $h$ . Затем можно вычислить и аппликату  $Z_G$  Ц.Т., предварительно определив по метацентрической диаграмме величину  $Z_m$

$$Z_G = Z_m = h$$

Опыт кренования проводится в тихую погоду при спокойном состоянии поверхности воды и отсутствии течения. Скорость ветра не должна превышать 3 м/с. Судно не должно касаться стенки причала, грунта или находящеюся рядом судна.

Следует проводить кренование порожнего судна, но со снабжением, сходящимся на своих местах. Цистерны различного назначения должны быть осушены либо запрессованы. Начальный крен не должен превышать 0,5 – 1 градус.

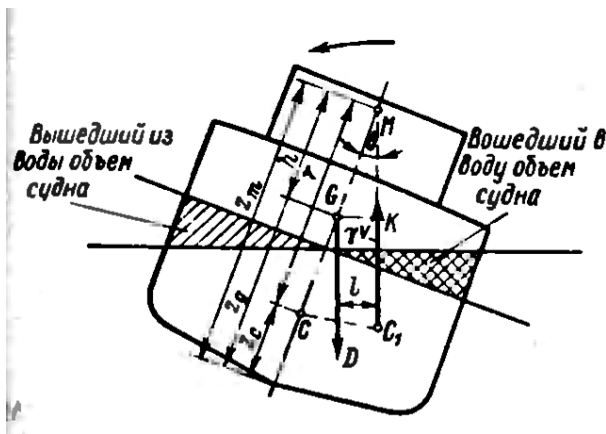


рис.1 Крутящий момент

Крен - балласт принимают судно в таком количестве, чтобы обеспечить максимальные углы крена 2 -4 град

Для определения углов крена пользуются весками (нити с подвешенными грузами), сообщающимися сосудами, инклинографами различных типов и другими спец • приборами. При использовании весок в на больших судах длина нити должна быть 4.0 - 6.0 м. а на малых - не менее 1.5 м. Груз веска, с укрепленной на нем крылаткой, и двух взаимно перпендикулярных пластинок, опускают в бак с нолей или маслом, чтобы колебания веска быстрее прекращались Весков должно быть не меньше двух (лучше три ). Места подвешивания выбирают по длине судна. Для отсчёта углов крена, вблизи нижнего конца вески, укрепляют горизонтальную деревянную рейку с нанесенной шкалой. Угол крена, соответствующий перемещению крен баласта, определяют по формуле.

$$\operatorname{tg}\theta = b/l$$

где  $b$  - отклонение веска, измеренное по рейке;

$l$  длина веска, измеренная от точки подвеса до шкалы, по которой отсчитываются отклонения

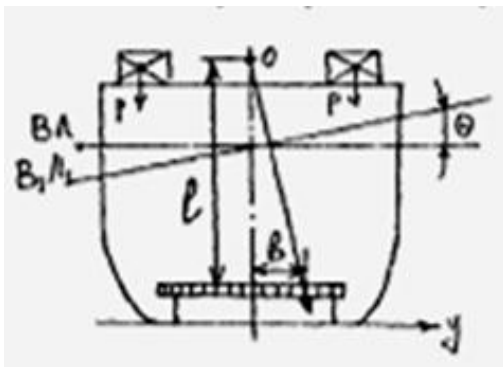


Рис. 2 Опыт кренования

### Контрольные вопросы

1. Что такое остойчивость судна?
2. Перечислите три основных случая остойчивости?
3. Что называют весками?
4. Почему при проведении опыта необходима тихая, безветренная погода?

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 7

### Тема: Определение возможности снятия судна с мели

**Цель работы:** Ознакомиться с возможностями снятия судна с мели.

**Материально-техническое оснащение:** С.В. Донцов «Основы теории судна».

А.А. Власов «Речные суда. Устройство и организация службы»

Интернет «<http://www.moryak.biz>», «<http://crew-help.com.ua/>»

#### Ход работы

1. Изучить теоретическую часть
2. Выполнить работу в виде таблицы.

Таблица 1 «Способы снятия судна с мели»

Виды снятия судна с мели	Характеристика	Расчет
Снятие с мели с помощью работы главного двигателя на задний ход		
Способ дифферентования		
Способ кренования		
Способ разгрузки судна		
Снятие судна с мели с помощью якорей и гиней		
Снятие судна с мели другими судами		

#### Теоретическая часть

##### *Снятие с мели с помощью работы главного двигателя на задний ход*

Если при посадке на мель не ощущалось удара о грунт, нет опасений, что корпус поврежден, и судно сохранило курс, которым оно следовало до посадки, обычно сразу после посадки на мель работой машины на задний ход пытаются сойти на глубокую воду. При отсутствии положительного результата после 20—30-минутной работы машины ее следует застопорить и более детально разобраться в обстановке.

Если результаты обследования судна, грунта под ним и произведенных расчетов свидетельствуют о возможности снятия с мели работой машины, дают задний ход, начиная с малого до полного. Это позволит вовремя остановить машину, если винт будет за что-либо задевать.

Если видимого результата от работы машиной нет, делают попытку «расшевелить» судно на грунте путем резкого изменения работы машины переменными ходами, повторяя такое изменение 10—15 раз. При посадке на мель с хода можно использовать кратковременную работу машины передним ходом. Одновременно с дачей переднего хода руль сначала следует поставить прямо, а в последующих попытках — поочередно лево и право на борт. Принимая решение сняться с мели с помощью машины, следует учесть некоторые *важные обстоятельства*:

1. На мягких грунтах длительная работа машины задним ходом может повлечь за собой



засорение системы охлаждения главного двигателя. Чтобы избежать этого, нужно своевременно переключить питание системы охлаждения с донных кингстонов на бортовые.

2. На тех же грунтах от длительной работы винта может произойти нежелательное перемещение грунта от кормы к средней и носовой частям судна — намыв грунта. Чтобы вовремя заметить это явление, нужно систематически промерять глубины вдоль бортов. Намыв может быть также обнаружен по характерному помутнению воды. Если судно сидит на мели большей частью корпуса, возможно проседание его в грунт в результате вымывания грунта изпод днища. С обнаружением намыва машину нужно остановить, так как дальнейшая ее работа будет увеличивать силу присоса к грунту.

3. При наличии прижимного ветра и волны судно во время работы машины на задний ход может быть развернуто параллельно линии берега и оказаться на мели бортом. Этому может способствовать стремление одновинтового судна на заднем ходу уклоняться кормой в какую-либо сторону в зависимости от направления вращения винта. Если опасность разворота существует, рекомендуется предварительно завести верп.

Если первые попытки снятия с мели длительной работой машины на задний ход безуспешны, повторять такие попытки следует лишь с изменением гидрометеобстановки (изменение направления ветра, повышение уровня воды, усиление волнения и т. д.).

Стягивающее усилие главного двигателя при снятии с мели должно быть больше силы реакции грунта и определяется согласно следующего выражения:

$$F = f * R;$$

где  $f$  – коэффициент трения стального корпуса о грунт.

В том случае, когда расчеты показывают, что сняться с мели при помощи своих машин не представляется возможным или когда фактическая попытка достигнуть этого работой машины не удалась, следует принимать другие меры.

К таким мерам относится уменьшение давления на мель с применением для этого дифферентования, кренования, разгрузки и нагрузки судна.

Если судно перед посадкой на банку имеет некоторую скорость, то оно вообще получает крен и дифферент с одновременным уменьшением средней осадки.

Для уменьшения давления на банку грузы на судне перемещают так, чтобы судно при той же посадке оказалось на плаву. Такую посадку можно получить как перемещением грузов, находящихся на судне, так и его разгрузкой или нагрузкой. При втором способе посадка получается более точной, а при первом и третьем — более приближенной.

*Расчет усилия ГД при работе его на задний ход*

Усилие ГД при его работе на задний ход численно равно упору винта на задний полный ход (эмпирическая формула):

$$F_{ГД} = 0,14 k_p \rho n^2 D_B^4 (3,76 + V d_{cp} \beta_M / D_B^2), [Н]$$

где  $k_p$  – коэффициент упора винта (определяется по специальным диаграммам);

$d_{cp}$  – средняя осадка судна до посадки на мель ( $d_{cp} = (d_n + 2d_m + d_k)/4$ ), м;

$\beta_M$  – коэффициент полноты площади мидель-шпангоута.

Для практических расчетов используют еще такую формулу:

$$F_{ГД} = 10k_c P_{ind} k_{зх}, [кН]$$

где  $k_c$  – коэффициент, равный 0,01 для судов с ВПВФШ;

$P_{ind}$  – индикаторная мощность, л. с.;

$k_{zx}$  – коэффициент заднего хода, равный 0,8 для грузовых судов с ВПВФШ.

#### Способ дифферентования

Для определения количества груза, которое необходимо перенести из поврежденной части судна в противоположную оконечность судна, поступают следующим образом:

- определяют дифферент до посадки на мель;
- точно замеряют осадку штевнями после посадки на мель и определяют дифферент;
- находят изменение дифферента;
- определяют потребный дифферентующий момент умножением изменения дифферента на момент, дифферентующий на 1 см (или на 1 дюйм);
- руководствуясь полученным дифферентующим моментом, намечают плечо переноса груза, а затем и количество перемещаемого груза.

#### Способ кренования

Для определения количества груза, которое необходимо переместить, чтобы получить требуемый крен, поступают следующим образом:

- определяют изменение угла крена до и после посадки на мель;
- определяют кренящий момент умножением крена на момент, кренящий на  $1^\circ$ ;
- руководствуясь кренящим моментом, намечают количество и место перемещения груза.

Самым удобным средством для дифферентования и кренования является перекачка балласта и жидкого груза из района посадки в противоположную оконечность или с борта на борт. Для дифферентования наиболее эффективными являются перекачки из форпика в ахтерпик или наоборот.

#### *Расчет изменения угла крена и осадки от кренования*

Оценить перемещение ЦГ какого-то количества перевозимого груза затруднительно, поэтому обычно прибегают к перекачке топлива, воды или балласта. Угол крена при этом:

$$\theta^\circ = \frac{P_i(y_2 - y_1)}{Dh} 57,3,$$

град., где  $h$  – поперечная метацентрическая высота, м.

После этого рассчитывается изменение осадки бортов:

$$\Delta d_{\text{вп}} = \frac{BP_i(y_2 - y_1)}{2Dh}.$$

Сравнивая потерю осадки от выхода на грунт с рассчитанной, оцениваем эффективность кренования.

#### Способ разгрузки судна

Разгрузка судна сама по себе уменьшает давление на банку, так как она уменьшает вес судна. Однако это справедливо только для такого случая разгрузки, когда после снятия груза судно на свободной воде всплывает параллельно самому себе или всплывает так, что дифферентуется на оконечность, противоположную месту посадки на банку. При несоблюдении этих условий будет увеличиваться давление судна на банку, а не уменьшаться.

Расчеты уменьшения давления на банку рассматриваемым способом ведут в следующем порядке:

- определяют дифферент и среднюю осадку до и после посадки на мель;
- по разности средних осадок определяют потерю водоизмещения;
- по изменению дифферента определяют дифферентующий момент;
- намечают количество груза для выгрузки и место, откуда этот груз следует брать;
- если в качестве отгруженного груза будет вода или топливо, хранящееся в танках двойного дна, то необходимо проверить поперечную остойчивость.

В первую очередь откачивают балластную и пресную воду, затем топливо и, если этих грузов оказывается недостаточно, начинают выгружать груз.

Так как при использовании этого метода в большинстве случаев приходится жертвовать грузом или топливом, то количество отгружаемого груза или топлива должно быть минимальным, т. е. таким, чтобы только довести силу давления на банку до такого значения, при котором судно будет снято с мели тягой винтов и якорей. Очевидно, наибольший эффект дает выгрузка груза из того района, который находится на месте касания груза.

Снятие с мели способом разгрузки судна

Задаваясь значением  $\Delta d_{\text{ср}}^{\text{ост}}$ , которая не была скомпенсирована приливом, определяем необходимое количество груза, необходимого для снятия, чтобы в момент полной воды попытаться с помощью двигателя сняться с мели:

$$P_i = \Delta d_{\text{ср}}^{\text{ост}} q, \text{ т.}$$

Затем рассчитываем получаемый угол дифферента:

$$\psi = \frac{P_i(x - x_f)}{DH} 57,3, \text{ град.},$$

где  $x$  – абсцисса ЦТ отсека;  $x_f$  – абсцисса ЦТ площади действующей ватерлинии (из кривых элементов теоретического чертежа). После этого определяем изменение осадок носом и кормой:

$$\Delta d_n = \pm \Delta d_{\text{ср}}^{\text{ост}} + \psi(L_{\perp}/2 - x_f); \Delta d_k = \pm \Delta d_{\text{ср}}^{\text{ост}} - \psi(L_{\perp}/2 - x_f), \text{ м.}$$

Поскольку приходится разгружать довольно значительное количество груза, обязательно необходимо определить изменение метацентрической высоты от снятия груза:

$$\Delta h = -P(d_{\text{ср}} - \Delta d_{\text{ср}}^{\text{ост}}/2 - h - z_p)/(D - P), \text{ м,}$$

где  $P$  – количество снимаемого груза;

$h$  – метацентрическая высота до начала выгрузки;

$z_p$  – отстояние ЦТ от основной плоскости.

Снятие судна с мели с помощью якорей и гиней

Принимая решение о завозе якорей, нужно тщательно выбрать места их отдачи, имея в виду, что перекладка якорей судовыми средствами чрезвычайно затруднительна, а чаще всего невозможна.

С учетом соотношения масс судовых якорей на направлениях стягивания применяют становые и запасной якоря, а верпы и стопанкер используют в основном для удержания судна от нежелательных разворотов. Один из становых якорей рекомендуется оставлять на штатном месте, так как после снятия с мели завезенные якоря обычно нельзя быстро поднять на судно, а отсутствие якоря, готового к немедленной отдаче, может стать причиной новой аварии.

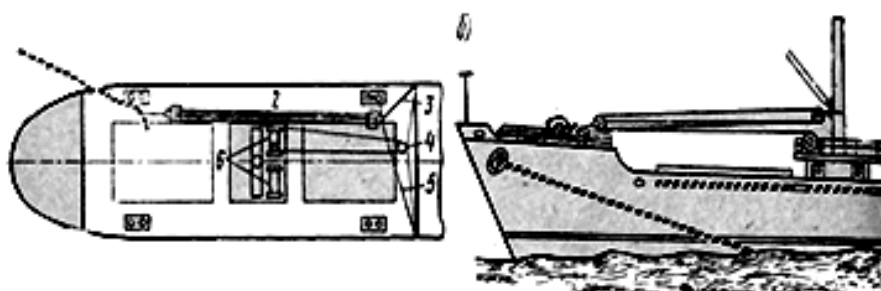
Наибольшей держащей силой якорь обладает при условии, что усилия, приложенные к нему, направлены горизонтально. Это достигается применением цепных якорных канатов, имеющих большую массу на единицу длины. Однако длина якорных цепей ограничена, и заводить их очень трудно. Поэтому на практике в качестве якорного применяют стальные канаты.

Диаметр стального троса зависит от прикладываемого к нему усилия с учетом запаса прочности 1,3—1,5. Длина должна быть такой, чтобы при приложении тягового усилия не возникала вертикальная составляющая в месте крепления троса к якорю, стремящаяся вывернуть якорь из грунта.

Если держащая сила одного якоря недостаточна, на одном якорном канате заводят 2 якоря. Разные по массе или по типу якоря кладут «гуськом». Ближайшим к судну должен быть якорь большей массы. Держащую силу «гуська» принято считать равной сумме держащих сил обоих якорей. Якоря одного типа и одинаковой массы лучше положить «веером».

Выборка якорей на борт после снятия судна с мели в общем случае может быть выполнена так. Якорный канат вспомогательного якоря полностью травят за борт. Судно подтягивают сначала к одному тяжелому якорю и выбирают его, а затем к другому. Вспомогательный якорь с помощью хватталей выбирают после этого со шлюпки. В зависимости от обстановки иногда этим якорем приходится жертвовать.

Максимальная держащая сила якорей равна максимальному усилию, получаемому при снятии с мели данным способом, а усилия, прилагаемые к якорным канатам, должны быть не менее максимальной держащей силы якорей.



**Рис.1** Разбивка гиней:

*а* — на кормовой палубе; *б* — на носовой палубе; 1 — якорный трос; 2 — гиня; 3 — брага гиней; 4 — канифас-блок; 5 — брага канифас-блока; 6 — грузовые лебедки

Отдача якорю «гуськом» (а) и «веером» (б)

Если усилий, создаваемых непосредственно брашпилем и грузовыми лебедками, недостаточно, прибегают к помощи гиней. Для этой цели наиболее подходят гини тяжелых грузовых стрел. Натяжение ходового лопаря гиней соответствует тяговым усилиям, создаваемым брашпилем или грузовой лебедкой. Обычно эти усилия известны из паспортных данных судна.

Если парные лебедки способны дать достаточное тяговое усилие, можно обойтись и без гиней. Для этого грузовые шкентели лебедок проводят через систему канифасблоков и крепят к якорному канату.

При выборке нескольких якорей может оказаться, что один из них перестает держать. Это обнаруживается потому, что якорный канат ползущего по грунту якоря

выбирается значительно легче по сравнению с другими. В данном случае нужно использовать один из следующих способов.

Если за бортом находится достаточное для нормальной работы якоря количество якорного каната, прилагаемое к нему усилие снижают путем исключения из работы одного или нескольких шкивов блоков гиней. Если длина оставшегося за бортом каната меньше расчетной, сорванный якорь нужно выбрать и завести вновь. Использование якорей и гиней при снятии судов с мели обычно сочетается с работой машин. Ход следует давать в момент, когда достигается наибольшее натяжение якорных канатов. Волнение иногда может оказать помощь в снятии с мели. При этом выборку якорных канатов и дачу хода машинами нужно производить с подходом к судну гребня волны.

Когда судно начнет двигаться, что можно обнаружить, например, по заранее выставленным буйкам или вешкам, необходимо во избежание наматывания якорных тросов на винты своевременно стопорить машины. Если судно движется достаточно легко, дальнейшее подтягивание к якорям следует производить без помощи машин.

Несмотря на большие затраты труда и времени, использование гиней является нередко необходимой и действенной мерой снятия судна с мели. Помимо значительного выигрыша в силе, гини обеспечивают постоянное усилие, тогда как совпадение усилий нескольких судов-спасателей, снимающих аварийное судно с мели, почти никогда не достигается.

Во время работ по снятию с мели с помощью якорей и гиней, особенно на волнении, в такелажном оборудовании и судовых устройствах могут возникать усилия значительно больше тех, на которые они рассчитаны. Это требует от экипажа тщательного выполнения требований безопасности труда.

*Расчет производится в следующем порядке:*

– определяем держащую силу якоря  $F_{я} = 10k_{я}M_{я}$ , [кН], где  $k_{я}$  – коэффициент держащей силы якоря;  $M_{я}$  – масса якоря, т;

– рассчитываем минимальную длину якорного троса:

$$l_{тп} = k_{тп} \sqrt{\frac{2F_{я}}{q_{тп}} h_{эл} + h_{эл}^2}, \text{ м,}$$

где  $k_{тп} = 1,2$  – для стального троса;

$q_{тп}$  – вес одного метра троса в воде ( $q_{тп} = 0,87q_{тп(возд)}$ ), т;

– определяем тяговое усилие гиней:

$$F_{эл} = \frac{F_{лоп}(n+1)}{1 + \frac{n}{k}}, \text{ [кН],}$$

где  $F_{лоп}$  – тяговое усилие в ходовом лопаре, создаваемое палубным механизмом;

$n$  – число шкивов в гинях;

$k$  – коэффициент троса (для стального – 10);

– рассчитываем число якорей:  $n_{я} = F_{гн}/F_{я}$ , округляя до целого числа.

*Снятие судна с мели другими судами*

Если силами экипажа не удастся снять судно с мели, прибегают к помощи других судов. При этом тяговое усилие буксира, снимающего с мели судно, должно быть больше силы сопротивления судна, сидящего на мели. Закрепляют буксирный канат на снимаемом судне и постепенно его натягивают в нужном направлении, заранее

определенном промером глубин. В особых случаях при достаточной прочности буксирного каната на самом полном ходу делают рывок. Угол отклонения каната в горизонтальной плоскости от ДП буксирного судна не должен превышать 15—20°, на речных буксирах-толкачах (РБТ) — 10°.

При посадке судна на мель на песчаном перекате для снятия его размывают грунт гребными винтами других судов.

Если на мель село грузовое судно и его невозможно снять другими судами, то судно разгружают плавучими кранами, используя для этого другие суда. Иногда с помощью земснарядов создают достаточную глубину для вывода судна на фарватер. Если на зарегулированном участке реки на мель села группа судов, то для их снятия разрешается увеличить попуски воды в данный бьеф.

При снятии судна с мели другими судами необходимо соблюдать меры безопасности. Запрещается находиться людям на обоих судах в районе действия буксирного каната. Подмывать грунт под судном (при снятии его с мели) необходимо с таким расчетом, чтобы избежать опасных углов крена и потери остойчивости подмываемого судна.

### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные возможности снятия судна с мели?
2. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при снятии судна с мели другими судами?
3. Зачем при снятии с мели с помощью ГД необходимо своевременно переключить питание системы охлаждения с донных кингстонов на бортовые?
4. Каковы по массе и типу якоря положенные веером при снятии судна с мели с помощью якорей?

### **Критерии оценки**

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## **ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 8**

### **Тема: Расчёт количества груза (балласта), необходимого для дифферентования судна**

**Цель работы:** Произвести расчёт количества груза (балласта), необходимого для дифферентования судна.

#### **Материально-техническое оснащение**

С.И.Демин «Сборник задач по управлению судами»

#### **Ход работы**

1. Ознакомится с условием задачи и записать его в тетрадь.
2. Задачу решаем в соответствии с установленной последовательностью:  
*Снятие судна с мели при отсутствии запаса глубины под килем*

Определить количество груза, которое необходимо выгрузить из носового и кормового трюмов, чтобы судно оказалось на плаву. Судно сидит на мели носовой частью. Пробоин нет. Силу приноса грунта не учитываем.

Исходные данные:  $D=9220$  т;  $L_{\perp\perp}=115$ м;  $T_n=6,5$ м;  $T_k=7,1$ м;  $T_{n1}=5,2$ м;  $T_{k1}=7,8$ м;  $q=1600$ т/м;  $H=120$ м;  $h=0,9$ м;  $x_1=+40$ м;  $z_1=+3$ м;  $x_2=-40$ м;  $z_2=+8$ м;  $x_f=-0,6$ м.

1. Определим дифференцирующий момент на 1 м:

$$m = DH / L_{\perp\perp} \quad \text{тм/м}$$

2. Определим общее количества груза, подлежащего снятию с судна:

$$P = \Delta D - q \dots \text{т}$$

3. Определим абсциссу точки приложения равнодействующей сил реакции грунта:

$$x_p = x_f + (m / \Delta D)(T_n - T_k) \quad \text{м}$$

$$\Delta T_n = T_n - T_{n1} \quad \text{м}$$

$$\Delta T_k = T_k - T_{k1} \quad \text{м}$$

4. Определим количество груза, которое необходимо выгрузить из носового трюма:

$$P_n = P((x_p - x_2) / (x_1 - x_2)) \quad \text{т}$$

5. Определим количество груза, которое необходимо выгрузить из кормового трюма:

$$P_k = P - P_n \quad \text{т}$$

Примечание: В случае получения отрицательной величины  $P_k$  это количество груза нужно погрузить в трюм.

6. Определим осадку носом после снятия груза:

$$T'_n = T_n - P(((x_p - x_f) \setminus 2m) + (1/q)) \quad \text{м}$$

7. Определим осадку кормой после снятия груза:

$$T'_k = T_k + P(((x_p - x_f) \setminus 2m) - (1/q)) \quad \text{м}$$

8. Определим поправки на поперечную и продольную метацентрические высоты:

$$\Delta h = -(P/D - P)(T_{cp} - (\Delta T_{cp}/2) - h - z) \quad \text{м}$$

$$\Delta T_{cp} = P/q \quad \text{м}$$

$$z = ((P_n z_1) + (P_k z_2)) / P \quad \text{м}$$

$$\Delta H = - P_n / (D - P) \quad \text{м}$$

Снятие судна с мели дифференцированием, если часть груза снята, и когда лишь носовая часть киля лежит на грунте, а под остальной частью киля имеется достаточный запас глубины

Определить количества груза, которое необходимо перенести с носа в корму, чтобы судно оказалось на плаву, если часть груза снята. Судно сидит на мели носовой частью. Пробоин нет. Под свободной частью киля имеется достаточный запас глубины. Силу присоса не учитываем.

Исходные данные:  $D=9220$  т;  $L_{\perp\perp}=115$ м;  $T_n=6,5$ м;  $T_k=7,1$ м;  $T_{n1}=5,2$ м;  $T_{k1}=7,8$ м;  $T_o=6,8$ м;  $T_{o1}=6,5$ м;  $P=200$ т;  $q=1600$ т/м;  $H=120$ м;  $h=0,9$ м;  $x_1=+40$ м;  $z=+3$ м;  $x_2=-40$ м;  $x_f=-0,6$ м;  $x_A=+25$ м;  $x=+40$ м

1. Определим дифференцирующий момент на 1 м:

$$m = DH / L_{\perp\perp} \quad \text{тм/м}$$

2. Определим величину потерянного водоизмещения

$$\Delta D = q(T_{cp} - T_{cp1}) \quad \text{т}$$

3. Определим количество груза, которое необходимо переместить с носа на корму, чтобы судно оказалось на плаву, если 200т груза снято ( $x=+40$ м;  $z=+3$ м)

$$P_1 = \frac{\left\{ \Delta T_H + (\Delta T_H - \Delta T_K) \left( \frac{1}{2} + \frac{x_A}{L_{11}} \right) - P \left[ \frac{1}{q} + \frac{x_A}{mL_{11}} (x - x_f) \right] \right\}}{x_A (x_1 - x_2)} \times mL_{11} \dots \tau.$$

#### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 9

### Тема: Расчет остойчивости судна (использование программы для расчета остойчивости Excel)

**Цель работы:** Произвести расчёт остойчивости с помощью программного обеспечения.

#### Материально-техническое оснащение

ПО Excel

#### Ход работы

1. Получить условие задачи у преподавателя и завести данные в программу.
2. Полученные расчёты записать в тетради.
3. Сделать вывод.
4. Ответить на вопросы преподавателя.

#### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 10

### Тема: Расчёт величины влияния перемещений, приёма или снятия грузов на остойчивость

**Цель работы:** Произвести расчёт величины влияния перемещений, приёма или снятия грузов на остойчивость

#### Материально-техническое оснащение

А.И. Наумов Теория, устройство и ремонт судов внутреннего плавания.



### Ход работы

1. Ознакомится с теоретической частью §29.
2. Решить задачи, пользуясь теоретической частью.
  1. С судна водоизмещением 450 т сняли 42 т груза, который был расположен на 1,2 м выше ц. т. судна. Насколько понизился ц. т. судна после снятия груза?
  2. На судне водоизмещением 560 т переместили груз весом 28 т на высоту 2,6 м. Определить изменение поперечной метацентрической высоты судна.
  3. На судно размерами  $L=62$  м,  $B=14,3$  м,  $T=2,3$  м,  $a=0,87$ ,  $D=1300$  т на высоту 3,2 м от киля погрузили груз весом 60 т. Какова будет новая метацентрическая высота, если первоначальная метацентрическая высота  $h=0,8$  м?
  4. С судна водоизмещением 860 т, имеющего  $Z_g=1,35$  м, снято 75 т груза, расположенного на высоте 2,3 м от киля. Найти новую ординату ц. т. судна и изменение его метацентрической высоты.
  5. На судне водоизмещением 1200 т груз весом 65 т опустили с верхней палубы в трюм на расстояние 2,4 м. Найти изменение метацентрической высоты.
  6. На грузо-пассажирское судно водоизмещением 880 т, имеющее  $Z_g=5,1$  м, погрузили на палубу-груз весом 45 т на высоте 5,7 м от киля. Найти новую ординату ц. т. судна и изменение его метацентрической высоты.

### Теоретическая часть

При изменении нагрузки, как правило, изменяется положение его Ц.Т., а следовательно и метацентрическая высота. Поэтому любое изменение нагрузки судна или перемещение груза в вертикальном направлении приводит к изменению остойчивости.

Чтобы определить влияние на остойчивость любого перемещения или приема груза, необходимо отдельно установить влияние на остойчивость перемещения груза вверх или вниз, от одного борта к другому и приема груза.

Выше уже упоминалось, что при перемещении одного из грузов системы общий ц. т. системы перемещается в ту же сторону, причем величина этого перемещения определяется формулой

$$CG_1 = pl/P$$

де  $p$  — вес переместившегося груза;

$l$  — расстояние, на которое перемещен груз;

$P$  — вес всей системы грузов.

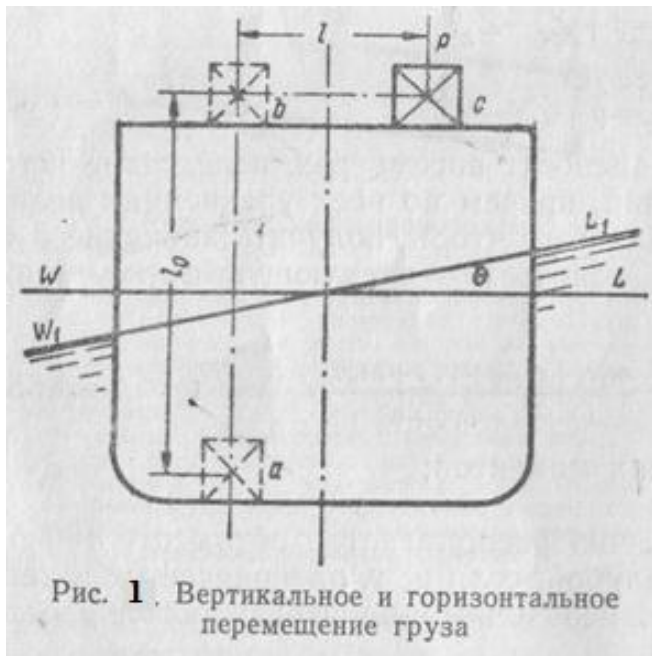
*Вертикальное перемещение груза.* Переместим груз  $p$  из точки  $a$  в точку  $b$  на высоту  $l_0$  (рис. 1). При этом вес судна не изменится, но ц. т. переместится вверх на величину

$$G_0G = pl_0/P$$

Величина  $a = Z_g - Z_c$  при этом также увеличится на  $\Delta a$ . Так как водоизмещение судна при перемещении груза не изменилось, положение поперечного метацентра останется постоянным.

Поэтому метацентрическая высота изменится также на величину  $\Delta a$ , и новое значение ее будет:

$$h_1 = h - G_0G = \rho - (a - \Delta a)$$



Из этой формулы следует, что  $h_1 < h$ . Следовательно, остойчивость при перемещении груза снизу вверх уменьшается и, наоборот, при перемещении груза сверху вниз, когда  $h_1 > h$  — увеличивается.

*Горизонтальное перемещение груза.* При указанном перемещении груза ц. т. судна по высоте не перемещается. Водоизмещение при этом также не меняется, остается без изменений и остойчивость судна. При перемещении груза поперек судна появляется крен, но остойчивость судна остается без изменения.

*Прием груза.* Пусть на судно принят груз весом  $p$  и при этом оно не получило ни крена, ни дифферента. После приема груза осадка судна увеличится на  $\Delta T$  (рис. 2):

$$\Delta T = p / \gamma S, m$$

Вследствие увеличения осадки судна увеличится и его объемное водоизмещение, а следовательно, изменится и положение ц. в. и метацентра; ц. в. переместится из точки  $C$  в точку  $C_1$ , а метацентр — из точки  $M$  в точку  $M_1$ .

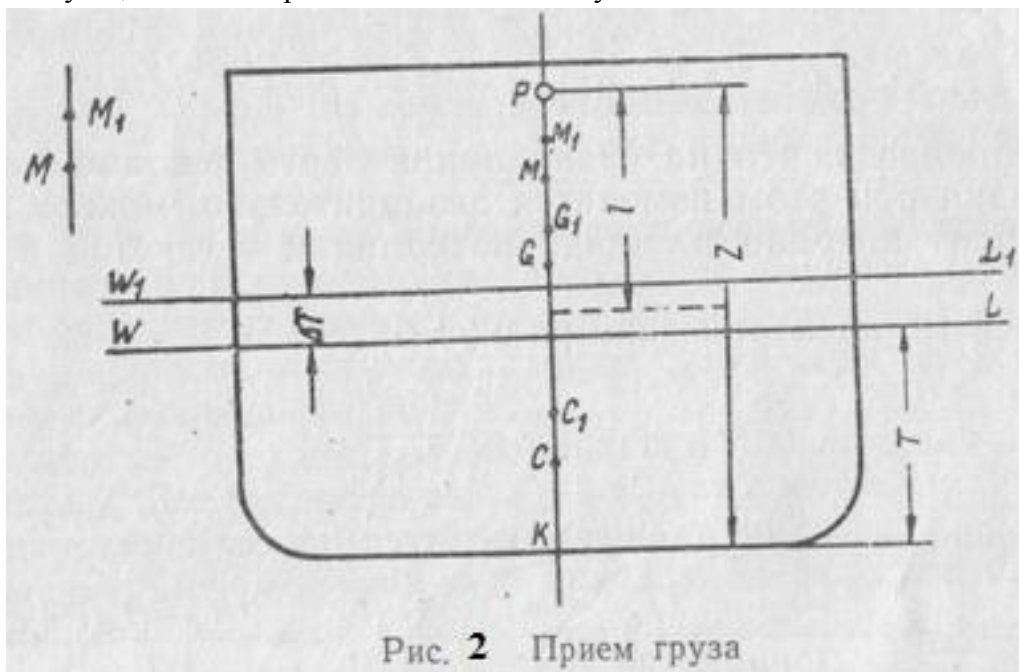


Рис. 2 Прием груза

Новое водоизмещение будет равно  $P + p$ . Допустим, что ц. т. дополнительно вытесненного слоя воды расположен посередине его высоты  $\Delta T$ . Тогда ордината ц. т. этого слоя от основной будет равна  $T + \Delta T / 2$

Статический момент водоизмещения относительно основной будет равен:

$$PZ_c + p \left( T + \frac{\Delta T}{2} \right) = PZ_c + pZ_c + p \left( T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c \right) = Z_c(P + p) + p \left( T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c \right).$$

Новая ордината ц. в. будет

$$Z_{c1} = \frac{Z_c(P+p) + p\left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c\right)}{P+p} = Z_c + \frac{p}{P+p}\left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c\right).$$

Ордината ц. в. после приема груза изменится на величину

$$\Delta Z_c = Z_c - Z_{c1} = -\frac{p}{P+p}\left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c\right).$$

Для определения новой ординаты ц. т. судна составим выражение статического момента веса судна относительно основной и разделим его на вес судна:

$$Z_{g1} = \frac{PZ_g + pZ}{P+p},$$

где  $Z$  — ордината ц. т. груза.

Изменение ординаты ц. т. будет

$$\Delta Z_g = Z_{g1} - Z_g = \frac{PZ_g + pZ}{P+p} - Z_g = \frac{p}{P+p}(Z - Z_g).$$

Предполагая, что на судно принят груз небольшого веса что осадка при этом изменится незначительно, можно принять, что момент инерции площади ватерлинии останется без изменения.

Новый метацентрический радиус будет

$$\rho_1 = \frac{I_x}{V_1} = \frac{\gamma I_x}{P+p}.$$

Метацентрический радиус изменится на величину

$$\begin{aligned} \Delta \rho = \rho_1 - \rho &= \frac{\gamma I_x}{P+p} - \frac{I_x}{V} = \frac{\gamma I_x}{P+p} - \frac{\gamma I_x}{P} = \frac{P\gamma I_x - \gamma I_x(P+p)}{P(P+p)} = \\ &= -\frac{p\gamma I_x}{P(P+p)} = -\frac{p\rho}{P+p}. \end{aligned}$$

Новая метацентрическая высота будет

$$\begin{aligned} h_1 = h + \Delta \rho + \Delta Z_c - \Delta Z_g &= h - \frac{p\rho}{P+p} + \frac{p}{P+p}\left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c\right) - \\ &- \frac{p}{P+p}(Z - Z_g) = h + \frac{p}{P+p}\left(-\rho + T + \frac{\Delta T}{2} - Z_c - Z + Z_g\right) = h + \\ &+ \frac{p}{P+p}\left(T + \frac{\Delta T}{2} - Z - h\right). \end{aligned}$$

Величину изменения метацентрической высоты определяют по следующей формуле:

$$\Delta h = h_1 - h = \frac{p}{p+p} \left( T + \frac{\Delta T}{2} - Z - h \right) = - \frac{p}{p+p} \left[ h + \left( Z - T - \frac{\Delta T}{2} \right) \right] = - \frac{p}{p+p} (h + l),$$

Где  $l$ —возвышение ц. т. принятого груза над ц. т. добавочного слоя воды, равно  $Z - T - \Delta T/2$

Расходование груза. При расходе груза его вес надо считать отрицательным;  $\Delta T$  также получит обратный знак, так как осадка судна не увеличится, а уменьшится. В остальном весь предыдущий вывод будет таким же, и в результате получим

$$\Delta h = h_1 - h = \frac{p}{p-p} \left[ h + \left( Z - T + \frac{\Delta T}{2} \right) \right] = \frac{p}{p-p} (h + l),$$

где  $l = Z - T + \Delta T/2$

Из приведенных выше формул можно сделать следующие выводы.

Если ц. т. принятого груза расположен ниже уровня средней действующей ватерлинии (до и после приема груза), остойчивость судна повышается.

Если ц. т. принятого груза расположен выше уровня средней действующей ватерлинии (до и после приема груза), остойчивость судна снижается.

При расходе груза правила будут обратными по отношению к изложенным.

3. Вывод

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 11

### Тема: Требование к непотопляемости судна. Расчет непотопляемости

**Цель работы:** Определить требования, предъявляемые к непотопляемости. Произвести расчёт непотопляемости.

#### Материально-техническое оснащение

С.И.Демин «Сборник задач по управлению судами»

#### Ход работы

1. Пользуясь учебником Е.Г. Фрид «Устройство судна» стр.86, необходимо заполнить таблицу.

Таблица 1 «Непотопляемость судна»

Непотопляемость (определение) -					
Процесс восстановления сил поддержания после затопления одного из отсеков.	Влияние запаса плавучести на непотопляемость (рис4.17)	Меры в борьбе за непотопляемость	Причины повреждения корпуса судна	Причины возникновения дополнительных кренящих моментов	Меры, направленные на уменьшения крена

2. Задачи решаем в соответствии с установленной последовательностью:

**Задача 1.** На т/х «Новгород» при загрузке генеральным грузом отсеки № 2 и 3 заполнены полностью. Определить, удовлетворяются ли требования Правил Регистра к аварийной посадке к и остойчивости судна, если  $DW = 11\ 000$  т, расчетное значение МВ (метацентрическая высота)  $h = 0,22$  м, дифферент  $D = 0,8$  м.

**Решение.** Так как по условию задачи дифферент судна на корму не превышает 3 м, а отсеки № 2 и № 3 заполнены генеральным грузом, проверку непотопляемости необходимо делать по табл. 5.1.

Таблица 2 . Допустимые МВ и  $M_z$  при заполненных генеральным грузом отсеках № 2 и 3 ( $\rho = 1,025$  т/м<sup>3</sup>)

Масса судна $\Delta$ , т	Дедвейт $DW$ , т	Осадка $d$ , м	Метацентрическая высота $h_{доп4}$ , м	Момент дедвейта относительно ОП $M_{zдоп4}$ , т·м
19 058	13 658	9,48	0,33	111 250
19 000	13 600	9,46	0,32	110 800
17 400	12 000	8,79	0,24	96 400
15 400	10 000	7,91	0,18	79 100

Примечание. Данное судно при осадке по летнюю грузовую марку с дифферентом от 0 до 3 м на корму выдерживает затопление одного пустого отсека № 1, 4, 5 или машинного отделения и заполненных генеральным грузом грузовых помещений отсеков № 2 и 3 при метацентрической высоте, указанной в таблице ( $\eta_{гр} = 0,6$ ).

Табличное значение МВ: при  $DW = 11\ 000$  т  $\Rightarrow h_{доп4} = \dots$  м.

Сравниваем расчетное значение МВ с допустимым:

$h > h_{доп4}$  - значит не удовлетворяет требованиям непотопляемости,  
а если  $h \leq h_{доп4}$  удовлетворяет требованиям непотопляемости.

### Задача №2

По грузовому плану т/х «Новгород» при  $DW = 13600$  т,  $h = 0,98$  м, отсек № 2 загружен грузом  $P_2 = 3000$  т с удельно-погрузочным объемом  $\mu_2 = 1,1$  м<sup>3</sup>/т и коэффициентом проницаемости  $\eta_{гр2} = 0,72$ ; в отсеке № 3 размещается груз  $P_3 = 3800$  т с характеристиками  $\mu_3 = 0,9$  м<sup>3</sup>/т;  $\eta_{гр2} = 0,68$ . Определить удовлетворение требованиям непотопляемости.

**Решение.** Характер загрузки отсеков № 2 и 3, лимитирующих непотопляемость, не соответствует условиям применения табл. 5.1. Контроль выполняем по табл. 5.3. Для этого рассчитываем коэффициенты заменяемости по для отсеков № 2 и 3 соответственно:

$$K_{33} = \mu_T (0,98 - \eta_{гр.т}) / \mu_3 (0,98 - \eta_{гр3}) =$$

$$K_{32} = \mu_T (0,98 - \eta_{гр.т}) / \mu_2 (0,98 - \eta_{гр2}) =$$

где  $\mu_T$  и  $\eta_{гр.т}$  — значения удельно-погрузочного объема и коэффициента проницаемости (см. табл. 5.3).

Таблица 3. Допустимые значения из условия, что при затоплении отсека аварийный крен не превышает  $15^\circ$

Количество груза $P_{мин}^*$ т ( $\mu_T = 1,0$ м <sup>3</sup> /т; $\eta_{гр.т} = 0,6$ ) в отсеке		Масса * судна $\Delta$ , т	Дедейт* $DW$ , т	Осадка * $\Delta$ , м	Метацен- трическая высота $h_{доп}$ , м	Момент действ. относитель- но ОП $M_{доп}$ , т·м
№ 2	№ 3					
2640	3020	19 058	13 658	9,48	0,97	99 060
2600	3000	19 000	13 600	9,46	0,96	98 610
1880	1660	17 400	12 000	8,79	0,66	89 090
990	0	15 400	10 000	7,91	0,42	75 390
100	0	13 400	8 000	7,00	0,28	60 770
0	0	11 400	6 000	6,07	0,38	45 180
0	0	9 400	4 000	5,12	0,62	30 140
0	0	7 400	2 000	4,14	1,17	15 550

\* Определены для  $\rho = 1,025$  т/м<sup>3</sup>.

Определяем минимально необходимое по условиям непотопляемости количество данного груза в отсеках № 2 и 3 с помощью выражения :

$$P_{min 2} = K_{32} P_{min T2} = T_1;$$

$$P_{min 3} = K_{33} P_{min T3} = T_1.$$

где  $P_{min T2}$ ,  $P_{min T3}$  — выбраны из табл. 5.3 минимально необходимые количества груза в отсеках № 2 и 3 соответственно при  $DW = 13 600$  т.

Сравним плановые условия загрузки лимитирующих непотопляемость отсеков с требуемыми:

$$P_2 < P_{min T2} \quad P_3 < P_{min T3},$$

Определяем удовлетворение требований остойчивости по условию непотопляемости:

$h > h_{доп5}$  — значит не удовлетворяет требованиям непотопляемости,  
а если  $h \leq h_{доп5}$  удовлетворяет требованиям непотопляемости.

Вывод

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Вовремя сданная работа.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие грамотного вывода.

## ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 12

### Тема: Расчёт сопротивления воды движению судна

**Цель работы:** Выполнить расчёт сопротивления воды движению судна

**Материально-техническое оснащение:**

С.И.Демин «Сборник задач по управлению судами»;

Е.Г. Фрид «Устройство судна»

#### Ход работы

1. Пользуясь учебником Е.Г. Фрид «Устройство судна» стр.88, необходимо заполнить таблицу.

Полное сопротивление движению судна:  $R=R_T+R_\phi+R_B+R_{B.ч.}+R_{возд.}$

Таблица 1 «Сопротивление движению судна»

Обозначение	Название	Характеристика (чем вызвано)
$R_T$	Сопротивление трения	Вызывается трением обтекающий корпус воды
$R_\phi$		
$R_B$		
$R_{B.ч.}$		
$R_{возд.}$		

2. Задачи решаем в соответствии с установленной последовательностью:

Задача 1

Определить сопротивление воды  $R_0$  танкера «Командарм Федько» ( $D=35930t$ ) при скорости полного хода  $V_0$  и промежуточных скоростях  $0,75 V_0$ ,  $0,5 V_0$ ,  $0,3 V_0$ . По полученным данным построить кривую буксировочного сопротивления  $R=f(V)$

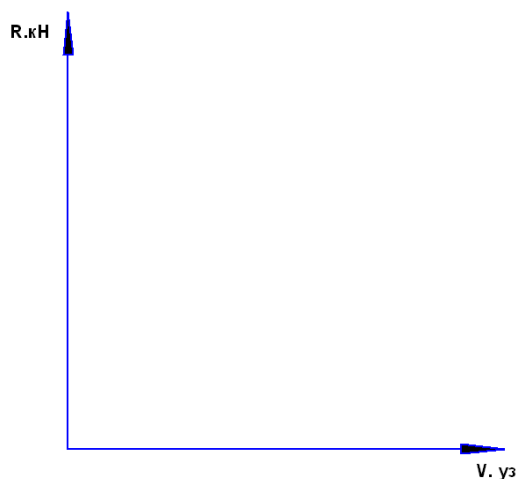
Исходные данные:  $\sqrt{L \cdot \Delta} = 165m$ ;  $N_e = 7581kВт$  (10310л.с),  $n = 13 c^{-1}$  (124,2 об/мин);  $V_0 = 8,1 m/c$  (15,76 уз);  $V_1 = 6,1 m/c$  (11,82 уз);  $V_2 = 4,04 m/c$  (7,88 уз);  $V_3 = 2,43 m/c$  (4,73 уз);  $\eta_B = 0,98$ .

Решение: 1. Рассчитываем пропульсивный коэффициент  $\eta$

2. Определяем  $R_0$

3. Рассчитываем сопротивление воды при промежуточных скоростях:  $R_1, R_2, R_3$

4. Строим кривую буксировочного сопротивления  $R=f(V)$





Задача2.Определить сопротивление воды движению судна  $R_0$  танкера «Командарм Федько» ( $D=35930t$ ) при скорости полного хода  $V_0$  и значения  $R_1$  при  $V_1=0,75 V_0$ ;  $V_2=0,5 V_0$ ,  $R_2$ ;  $V_3=0,3 V_0$ ,  $R_3$ ; По полученным данным построить кривую буксировочного сопротивления  $R=f(V)$

Номер задачи	$L_{\perp L}$ , м	$n$		$N_{\sigma}$ , кВт	$V_{\sigma}$	
		$s^{-1}$	об/мин		м/с	уз
1	133,62	11,5	110	3456	7,5	14,5
2	133,05	12,2	116,8	3926	7,6	14,72
3	190,0	13,2	128	18088	11,1	21,6
4	115,0	31,4	300	1176	5,6	10,9
5	140,0	9,6	92	2353	6,8	13,25
6	165,0	12,6	119,1	6816	8,0	15,48
7	235,85	12,5	120	15764	7,9	15,3
8	165,0	14,7	140	15294	9,5	18,5
9	178,0	12,8	122	8824	8,7	16,63
10	156,79	12,5	119	7279	7,7	15,0
11	70,80	31,4	300	1551	6,1	11,8
12	157,24	12,8	122	12794	9,9	19,3
13	108,42	19,4	185	8691	8,8	17,10
14	127,34	15,1	144	4926	8,7	16,9
15	242,62	12,5	119	12941	7,5	14,5
16	134,40	15,1	144	4926	7,2	14,0
17	118,19	14,7	140	4485	8,3	16,2
18	139,86	12,5	119	7059	7,8	15,1
19	163,0	13,1	125	5147	7,1	13,8
20	110,0	20,9	200	5882	8,7	16,8

3.Вывод

### Теоретическая часть

Наиболее просто сопротивление воды движению судна можно определить по диаграмме буксировочного сопротивления или по паспортной диаграмме, построенной для различных вариантов загрузки судна.

При их отсутствии сопротивление воды для движению судна для решения судоводительских задач может быть рассчитано по формуле:

$$R_0 = N_e \eta_v / V_0$$

Где  $R_0$ - сопротивление воды при полной скорости  $V_0$ .

Входящий в выражение пропульсивный коэффициент  $\eta$  для транспортных судов без выполнения расчётов винта, как показал анализ, может быть рассчитан по эмпирической формуле Лапша:

$$\eta = 0,885 - 0,00115n\sqrt{L_{\perp L}}$$

Где  $n$ - частота вращения, рад/с.

Промежуточное значение  $R$  для любого скорости хода рассчитывается:

$$R = R_0(V/V_0)$$

### Критерии оценки

- 1.Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
- 3.Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
- 4.Наличие содержательного вывода.



## Практическая работа № 13

### Тема: Подбор канатов. Расчёт разрывной и рабочей нагрузки

**Цель работы:** Расчёт прочности канатов. Подбор вида и размеров каната для судов внутреннего плавания.

**Материально-техническое оснащение**

М.Г. Шмаков «Судовые устройства». Российский Речной Регистр (РСВП) том 3.

#### Ход работы

*Произвести выбор швартовного каната в зависимости от типа судна:*

1. Определить характеристику снабжения  $N_c$  для своего типа судна.
2. Найти разрывное усилие  $P_{раз}$  (в кН [кгс]) швартовного каната в целом.
3. Определить количество швартов, их диаметр и длину.
4. Произвести выбор швартовного каната по материалу.  
В процессе расчёта все формулы и расшифровку записывать подробно.
5. Заполнить таблицу (необходимо зарисовать таблицу и поставить знак «+», где характеристика принадлежит данному виду швартовных канатов)

Виды швартовных канатов	Стальные	Растительные	Синтетические
Свойства и характеристики швартовных канатов			
Размер характеризуется диаметром	+		
Размер характеризуется длиной окружности		+	+
Обладают наибольшей гибкостью и эластичностью			+
Делятся на жесткие, гибкие и особо гибкие.	+		
Портятся от попадания на них олифы, кузбасского лака, фенола и некоторых масел.			+
Изготавливают из волокнисто-растительных материалов.		+	
Удлиняются при рабочих нагрузках до 25% от первоначальной длины			+
Пеньковые тросы под вид...		+	
Не используют на нефтеналивных судах	+		+
Накапливают статических			+

заряд			
Большая способность к скольжению обычных узлов			+
Манильский трос под вид...		+	
Изготавливают из капрона нейлона.			+
Сизальский трос под вид...		+	

#### Вариант №1

т/х "АЛЕКСАНДР КУПРИН" проект 16291

Класс судна: судно соответствует классу английского Ллойда:LR 100A1, ледовый класс 1В LMC, UMS.

Тип судна: универсальный одновинтовой сухогрузный теплоход с носовым подруливающим устройством, предназначенный для перевозки генеральных, навалочных, лесных грузов, грузов в контейнерах.

Район плавания - неограниченный.

Теплоходы данного проекта построены ОАО "Волгоградский ССЗ" (Россия)

Теплоходы этого проекта: "Александр Твардовский", Александр Куприн",

"Михаил Дудин", "Александр Грин", "Константин Паустовский"

Главные размерения:

1. Длина наибольшая, м  $L=89,5$
2. Ширина габаритная, м  $B=13,4$
3. Высота борта, м  $H=5,7$
4. Суммарная длинна надстроек и рубок, м  $\Sigma I_n=31,325$
5. Средняя высота надстроек и рубок, м  $\Sigma h_n=6,5$ ; Высота от летней -грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м  $h=10$

Расстояние от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила верхней палубы у борта на миделе, м;  $a=1,2$

Высота в диаметральной плоскости каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину, большую чем  $0,25 B$ , м;  $\Sigma h_i=7,8$

Водоизмещение, т: 4879

6. Осадка по летнюю грузовую марку, м  $T_l=4,5$
7. Осадка в реке, м  $3,6$
8. Габаритная высота в балласте, м  $13,2$
9. Дальность плавания при скорости судна 11 узлов, миль 5300
10. Автономность, сут. 20
11. Скорость судна при полной загрузке, узл.  $11,5$
12. Грузоподъемность, т.  $2870$
13. Вместимость грузовых трюмов, куб.м./куб.ф.  $3420/120760,2$

трюм №1  $1730/61086,3$

трюм №2  $1690/59673,9$

14. Контейнеровместимость -136 контейнеров ИСО (20-ти футовых) в том числе 64 контейнера в трюмах и 72 - на крышках люковых закрытий

15. Дедвейт, т.  $3060$

16. Размеры трюмов в свету, м  $25,0 \times 10,57 \times 6,04$

17. Вместимость, определенная по "Правилам Международной конвенции по обмеру судов 1969 г.":

валовая 2319

чистая 1034

18. Экипаж, чел. 10

19. Энергетическая установка:

Главный двигатель - один дизель-редукторный агрегат 8VDS 29/24-AL-2 фирмы "SKL" мощностью 1800 кВт.

Вспомогательные двигатели- 2 дизель-генератора мощностью по 160кВт, стояночный дизель-генератор мощностью 85 кВт, аварийный дизель-генератор мощностью 56 кВт.

Вариант №2

т/х "ВОЛГО-ДОН" проект 1565

Класс судна: "О", "М", "М-СП", "М-ПР" Российского Речного регистра.

Тип судна: двухвинтовой сухогрузный теплоход с носовым подруливающим устройством.

Назначение судна: перевозка генеральных, сыпучих, навалочных, лесных грузов, а также тяжеловесных грузов.

Район плавания - теплоходы данного проекта эксплуатируются во внутренних водных путях Российской Федерации.

Теплоходы построены на верфи "Олтеница" (Румыния)

Теплоходы этого проекта: "Волго-Дон -5076,5077,5080,5084,5088".

Проект 1565А: "Волго-Дон-5105"

Проект 1565/964: "Свирь" дедвейт: 4060т.

Главные размерения:

1. Длина наибольшая, м  $L=138,3$
2. Длина между перпендикулярами, м 135,0
3. Ширина габаритная, м  $B=16,7$
4. Ширина расчетная, м 16,5

Суммарная длина надстроек и рубок, м  $\Sigma l_n=48,4$

Средняя высота надстроек и рубок, м  $\Sigma h_n=8,3$ ;

5. Высота борта, м  $H=5,5$
6. Осадка в реке, м 3,6
7. Габаритная высота в балласте, м 14,87
8. Автономность, сут. 15
9. Скорость судна при полной загрузке, узл. /км.ч. 9/16
10. Грузоподъемность, т. для класса:

"М-СП" 3600/3750

"М-ПР" 4800

"О", "М" 4800/5000

11. Вместимость грузовых трюмов, куб.м./куб.ф. 6270/221393,7

трюм №1 3100/109461

трюм №2 3170/111932,7

12. Дедвейт, т. 3795/3962
13. Размеры трюмов ,м  
трюм №1 44,4x13,1  
трюм №2 45,0x13,1
14. Размеры трюмов в свету,м 44,4x12,34
15. Вместимость, определенная по "Правилам Международной конвенции по обмеру судов 1969 г.":  
для класса "О" и "М" "М-СП"  
валовая 4022 3958  
чистая 2445 1187
16. Экипаж, чел. 11
17. Энергетическая установка:  
Главный двигатель - 2 дизеля 6ЧРН 36/45(G60) мощностью по 660 кВт.  
Вспомогательные двигатели - 2 дизель-генератора 6Ч 18/22 -100/1500 мощностью по 100кВт, дизель генератор ДГА-50 мощностью 50 кВт, и стояночный двигатель 6Ч12/14 мощностью по 50 кВт.

### **Теоретическая часть**

В качестве швартовых используют канаты стальные, растительные или из синтетических волокон, за исключением канатов судов, перевозящих воспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки паров ниже 60° С. На таких судах операции со стальными канатами допускаются только на палубах надстроек, не являющихся верхом грузовых наливных отсеков, если по этим палубам не проходят трубопроводы приема и выдачи груза.

Независимо от расчетного усилия, швартовными могут быть канаты проволочные диаметром не менее 13 мм, растительные диаметром не менее 20 мм и синтетические с длиной окружности не менее 25 мм. Стальные проволочные канаты должны иметь менее 144 проволок с цинковым покрытием и не менее 7 органических сердечников.

Растительные канаты в качестве швартовых используют манильские и сизальские. На судах, характеристика снабжения которых составляет 200 и менее, допускается применять пеньковые канаты. Однако в отечественном судостроении наметилась тенденция отказа от использования пеньковых канатов.

На судах отечественной постройки широко применяют швартовые синтетические канаты. Они обладают высокими механическими качествами, более чем в 3 раза легче равнопрочных сизальских канатов и в 2 раза легче стальных. При равных размерах синтетические канаты в 2,5 раза прочнее сизальских, в 3 раза прочнее пеньковых, но в 2,5 раза слабее стальных. Синтетические канаты химически стойки и не боятся воздействия на них нефтепродуктов. Канаты из синтетических волокон изготавливаются из однородных материалов (полипропилена, капрона, нейлона и т. п.).

В качестве швартовых на судах малого водоизмещения возможно использование лавсановых канатов, прочность которых по отношению к капроновым составляет около 70% при равных длинах окружности.

Особенности синтетических канатов. При использовании синтетических канатов в качестве швартовых следует учитывать, что по своим физическим свойствам они

значительно отличаются от стальных и растительных. Они имеют низкий коэффициент трения по стали, более эластичны — удлиняются при рабочих нагрузках до 25% от первоначальной длины, быстро восстанавливают свою длину при снятии нагрузки. В случае приложения к канату нагрузки, равной разрывной, канат перед разрывом удлиняется на 50% от первоначальной длины, а при разрыве резко меняет свое направление. В связи с этим трассы возможного прохождения канатов через клюзы, киповые планки, роульсы и т. п. не должны приближаться к постам управления менее чем на 2—3 м. Палуба в районе этих трасс не должна загромождаться какими-либо устройствами на расстоянии не менее 2,5 м от ближайшей образующей барабана, по линии натяжения.

Другим недостатком синтетических канатов является то, что от длительного воздействия солнечных лучей они становятся жесткими, поэтому их трудно укладывать на швартовные барабаны; кроме того, уменьшается прочность канатов.

Рекомендации по выбору швартовного каната. В эксплуатации каждое судно может быть ошвартовано канатами продольными и прижимными. Выбор швартовных канатов производится двумя способами— по Правилам Регистра или путем расчета. Первый способ является основным, он предусматривает определение характеристики снабжения  $N_c$ , в зависимости от которой определяются: длина каната, количество канатов и их разрывное усилие в целом. Размеры канатов, полученные расчетом, должны также удовлетворять требованиям Регистра.

Выбор швартовых для судов внутреннего плавания производится по правилам Речного Регистра РФ или путем расчета.

По правилам Речного Регистра РФ швартовное снабжение судов нормируется в зависимости от так называемой характеристики снабжения  $N_c$ , вычисляемой по формуле

$$N_c = L(B + H) + A,$$

где  $L, B, H$  — соответственно длина, ширина и высота борта судна, м;

$$A = K \sum I_n h_n$$

Где  $K$  — коэффициент, учитывающий влияние надстроек на парусность и равный 1,0 для судов, у которых суммарная длина надстроек и рубок, расположенных на всех палубах, превышает  $0,5 L$ , и 0,5 — для судов, у которых указанная суммарная длина находится в пределах от 0,25 до  $0,5 L$ ; при  $\sum I_n < 0,25L$  коэффициент  $K = 0$ ;

$$K=1 \Rightarrow \sum I_n > 0,5L;$$

$$K=0,5 \Rightarrow 0,5L < \sum I_n < 0,25L;$$

$$K=0 \Rightarrow \sum I_n < 0,25L;$$

$I_n$  и  $h_n$  соответственно длина и средняя высота отдельных надстроек и рубок, м.

Для судов на подводных крыльях и воздушной подушке коэффициент  $K$  принимается в 2 раза меньшим, наличие подводных крыльев при определении характеристики снабжения не учитывается. Для бестрюмных барж (барж-площадок—углярок и песчанок) коэффициент  $K$  принимается равным 0,5, а для лесовозных барж и барж, перевозящих на палубе контейнеры, коэффициент  $K$  принимается равным 1. Сумма  $l h$  вычисляется как произведение длин бокового силуэта уложенного на палубе груза на его среднюю высоту.

Швартовное снабжение судов смешанного плавания класса «П-СП» установлено Правилами Регистра РФ и нормируется в зависимости от характеристики снабжения  $N_c$ , вычисляемой по формуле

$$N_c = V^{2/3} + 2 B h + 0,1 A,$$

где  $V$  — объемное водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую ватерлинию, м<sup>3</sup>;

$B$  — ширина судна, м;

$h$  — высота от летней -грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м, которая определяется по формуле

$$h = a + \sum h_i,$$

где  $a$  — расстояние от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила верхней палубы у борта на миделе, м;  $h_i$  — высота в диаметральной плоскости каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину, большую чем  $0,25 B$ , м;

$A$  — площадь парусности в пределах длины судна, считая от летней грузовой ватерлинии, м<sup>2</sup>. При определении значения  $A$  учитывается только площадь парусности корпуса, надстроек и рубок шириной более чем  $0,25 B$ . Площадь парусности мачт, грузовых стрел, такелажа, леерного ограждения и других подобных конструкций, а также фальшборта и комингсов люков высотой менее 1,5 м не учитывается.

А. Суда внутреннего плавания.

На каждом судне внутреннего плавания количество швартовных канатов должно быть не менее трех. Суда с характеристикой снабжения  $N_c$  — 150 м<sup>2</sup> и менее могут иметь два швартовных каната. Длина каждого из них принимается равной  $1,2L$  и более, где  $L$  — длина судна. Однако на судах внутреннего плавания длина швартовного каната не должна превышать 150 м.

Разрывное усилие (в кН [кгс]) швартовного каната в целом по Правилам Речного Регистра РФ рекомендуется определять:

для судов с характеристикой снабжения  $N_c = 1000$  м<sup>2</sup> и менее по формуле

$$P_{\text{раз}} = \frac{15 N_c + 2500}{102}; \quad [P_{\text{раз}} = 15 N_c + 2500];$$

для судов с характеристикой  $N_c$  более 1000 м<sup>2</sup> по формуле

$$P_{\text{раз}} = \frac{1}{102} [17500 + 4 (N_c - 1000)]; \quad [P_{\text{раз}} = 17500 + 4 (N_c - 1000)],$$

где  $N_c$  — характеристика снабжения. Диаметр стального швартовного каната рекомендуется выбирать в зависимости от калибра цепи носового якоря в следующих соотношениях:

$d_{\text{ц}} = 15 \div 17$ мм	$d_{\text{шв}} = 11,5$ мм
$d_{\text{ц}} = 19 \div 25$ мм	$d_{\text{шв}} = 15,0$ мм
$d_{\text{ц}} = 28 \div 34$ мм	$d_{\text{шв}} = 19,0$ мм
$d_{\text{ц}} = 37 \div 43$ мм	$d_{\text{шв}} = 22,5$ мм

Б. Суда смешанного плавания.

Регистр СССР рекомендует принимать:

а) количество швартовных канатов не менее определенного по формуле

$$n = \frac{a + N_c}{b},$$

где  $N_c$  — характеристика снабжения;

$a$  и  $b$  — величины, принимаемые при  $N_c < 500$ :  $a = 410$  и  $b = 260$ ;

при  $N_c$  от 500 до 600:  $a = 3420$  и  $b = 1120$ ;

б) длину  $l$  (в м) каждого швартовного каната не менее определенной по формуле

$$l = a_1 + b_1 N_c,$$

где  $a_1$  и  $b_1$  — величины, принимаемые при

$N_c < 700$ :  $a_1 = 100$  и  $b_1 = 0,010$ ;

при  $N_c \geq 700$ :  $a_1 = 157$  и  $b_1 = 0,018$ .

Швартовный канат не должен быть длиннее 200 м;

в) разрывное усилие (в кН [кгс]) швартовного каната в целом  $P_{\text{раз}}$  должно быть не менее определенного по формуле

$$P_{\text{раз}} = \frac{a_2 \sqrt{N_c - b_2^2}}{102};$$

$$[P_{\text{раз}} = a_2 \sqrt{N_c - b_2^2}],$$

где  $a_2$  и  $b_2$  — величины, принимаемые при

$N_c < 1000$ :  $a_2 = 500$  и  $b_2 = 0$ ;

при  $N_c$  от 1000 до 5000:  $a_2 = 630$  и  $b_2 = 375$ .

Зная разрывное усилие каната в целом, по ООП5.2237-77 выбирают для судов тип каната и его размеры. Пример записи заказа в отраслевом ограничительном перечне присутствует.

### Контрольные вопросы

1. Назовите плюсы применения синтетических тросов?
2. Какие канаты используют в качестве швартовных?
3. Назовите порядок выбора швартовных канатов расчётным путём?

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## Практическая работа № 14

### Тема: Подбор якорей и якорных цепей по якорной характеристике

**Цель работы:** Подобрать якоря и якорные цепи для теплоходов.

#### Материально-техническое оснащение

М.Г. Шмаков «Судовые устройства». Российский Речной Регистр (ПСВП) том 3.

#### Ход работы

1. Произвести выбор якоря и якорной цепи в зависимости от типа судна:

А. Рассчитать снабжение судна.

По правилам Речного Регистра РФ якорное снабжение судов нормируется в зависимости от так называемой характеристики снабжения  $N_c$ , вычисляемой по формуле

$$N_c = L(B + H) + A,$$

где  $L$ ,  $B$ ,  $H$  — соответственно длина, ширина и высота борта судна, м;

$$A = K \sum l_n h_n$$

Где  $K$  — коэффициент, учитывающий влияние надстроек на парусность и равный 1,0 для судов, у которых суммарная длина надстроек и рубок, расположенных на всех

палубах, превышает 0,5  $L$ , и 0,5 — для судов, у которых указанная суммарная длина находится в пределах от 0,25 до 0,5  $L$ ; при  $\Sigma l_n < 0,25L$  коэффициент  $K = 0$ ;

$$K=1 \Rightarrow \Sigma l_n > 0,5L;$$

$$K=0,5 \Rightarrow 0,5L < \Sigma l_n < 0,25L;$$

$$K=0 \Rightarrow \Sigma l_n < 0,25L;$$

$l_n$  и  $h_n$  соответственно длина и средняя высота отдельных надстроек и рубок, м.

Для судов на подводных крыльях и воздушной подушке коэффициент  $K$  принимается в 2 раза меньшим, наличие подводных крыльев при определении характеристики снабжения не учитывается. Для бестрюмных барж (барж-площадок—углярок и песчанок) коэффициент  $K$  принимается равным 0,5, а для лесовозных барж и барж, перевозящих на палубе контейнеры, коэффициент  $K$  принимается равным 1. Сумма  $l h$  вычисляется как произведение длин бокового силуэта уложенного на палубе груза на его среднюю высоту.

Каждое судно внутреннего плавания должно иметь два носовых якоря с якорными канатами, за исключением судов на подводных крыльях (СПК) и воздушной подушке (СВП), которые могут иметь один носовой якорь повышенной держащей силы.

Носовые якоря на судах внутреннего и смешанного плавания принимают одинаковой массы, что дает возможность унифицировать детали якорного устройства и иметь запасные части в меньшем количестве. В отдельных случаях на судах внутреннего плавания разрешается применять носовые якоря разной массы, но тогда масса одного из них (правого) не должна превышать 60% суммарной массы якорей, а якорный канат должен соответствовать массе якоря.

Кроме носовых якорей, на самоходных судах с характеристикой снабжения 1000 м<sup>2</sup> и более, а также на буксирных судах и толкачах-буксирах предусматривают кормовые якоря, масса которых для судов внутреннего плавания определяется по Правилам Речного Регистра РФ. Исходя из опыта эксплуатации судов на самоходных сухогрузных и наливных судах целесообразно принимать массу кормового якоря равной полусумме массы носовых якорей.

На кормовой якорь можно ставить судно при ходе по течению, не разворачивая его носом вверх. Кроме того, кормовой якорь может быть полезен при возникновении внезапного препятствия или тумана, а также при стоянке в узких местах, когда его отдают одновременно с носовым, и судно благодаря этому способно сохранять неподвижность при любых направлениях течения и ветра.

Якорные канаты правого и левого станových якорей принимают одинаковой длины при четном числе смычек, а при нечетном — канат правого на одну смычку больше. У кормовых якорей длина якорного каната принимается равной 0,75  $L$ , где  $L$  — длина якорного каната носового якоря; при двух носовых якорях  $L$  — длина меньшего якорного каната.

Цепной якорный канат калибром 15 мм и более должен состоять из цепей с распорками. Это дает возможность уменьшить массу якорного устройства. Замена цепей допускается: стальными или синтетическими канатами—при табличном значении калибра цепи не более 22 мм; пеньковым смоленным канатом — не более 15 мм.

На нефтеналивных судах применяют цепные якорные канаты; для предотвращения искрообразования предусматривается обмыв цепей водой в клюзе и заполнение канатных ящиков водой.



Якорное снабжение судов смешанного плавания класса «II-СП» установлено Правилами Регистра РФ и нормируется в зависимости от характеристики снабжения  $N_c$ , вычисляемой по формуле

$$N_c = V^{2/3} + 2 Bh + 0,1 A,$$

где  $V$  — объемное водоизмещение судна при осадке по летнюю грузовую ватерлинию,  $m^3$ ;

$B$  — ширина судна, м;

$h$  — высота от летней -грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, м, которая определяется по формуле

$$h = a + \sum h_i,$$

где  $a$  — расстояние от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила верхней палубы у борта на миделе, м;  $h_i$  — высота в диаметральной плоскости каждого яруса надстройки или рубки, имеющей ширину, большую чем  $0,25 B$ , м;

$A$  — площадь парусности в пределах длины судна, считая от летней грузовой ватерлинии,  $m^2$ . При определении значения  $A$  учитывается только площадь парусности корпуса, надстроек и рубок шириной более чем  $0,25 B$ . Площадь парусности мачт, грузовых стрел, такелажа, леерного ограждения и других подобных конструкций, а также фальшборта и комингсов люков высотой менее 1,5 м не учитывается.

Английский Ллойд для определения якорной характеристики

дает формулу

$$N = (B + T)L + 0,85L(H - T) + 0,75(h + 1),$$

где использованы те же обозначения, что и в предыдущем случае. Отметим, что в Правилах постройки Регистра СССР и Английском Ллоиде якорная характеристика имеет размерность плоите(квадратичную).

Классы Российского Речного Регистра

Л Легкий (для плавания на малых реках, в верховьях крупных рек при высоте волны до 0.6 метра)

Р Речной (для плавания на средних и нижних плесах крупных рек, на каналах и спокойных озерах при высоте волны до 1.2 метра)

О Озерный (для плавания на крупных водохранилищах, в низовьях крупных рек при высоте волны до 2 метров)

М Морской (для плавания в устьях больших рек, на озерах, в морских заливах при высоте волны до 3 метров)

М-СП Морской - смешанного плавания (для смешанного плавания река-море при волнении не более 5 баллов, высоте волны до 3.5 метра, удалении от портов-убежищ не более 50 миль)

пр Прибрежный (суда внутреннего плавания, построенные с учетом возможности их выхода в прибрежные районы)

лед Суда, имеющие специальные ледовые усиления

ледокол Ледокольные суда

Э Экспериментальные суда

Суда, построенные под техническим надзором Речного Регистра или признанного им другого классификационного органа

Классы Российского Морского Регистра

I Суда для плавания в открытых морях с удалением от места убежища до 200 миль и с допустимым расстоянием между местами убежищ до 400 миль, а также для плавания в закрытых морях

II Суда для плавания в открытых морях с удалением от места убежища до 50 миль и с допустимым расстоянием между местами убежищ до 100 миль, а также для плавания в закрытых морях в границах, установленных Регистром в каждом конкретном случае

II-СП Суда для плавания на внутренних водных путях, а также в морских районах при волнении не более 6 баллов и с удалением от места убежища в открытых морях до 50 миль с допустимым расстоянием между местами убежищ до 100 миль, в закрытых морях до 100 миль с допустимым расстоянием между местами убежищ до 200 миль

III Суда для прибрежного рейдового и портового плавания в границах, установленных Регистром в каждом конкретном случае

A1, A2 Суда, оборудованные средствами автоматизации (1 и 2 - степень автоматизации механической установки)

KM Суда, построенные под техническим надзором Морского Регистра

*Б. Выбрать по полученной характеристике снабжения якорь и якорную цепь.*

Таблица 3.2.1-1

Характеристика снабжения $N_{\text{сн}}$ , м <sup>3</sup>	Суда								
	самоходные			несамоходные			буксирные		
	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м
<b>Носовые якоря и цепи судов класса «М»</b>									
50	1	75	60	—	—	—	1	100	60
75	1	100	75	—	—	—	1	150	75
100	2	150	100	—	—	—	2	200	100
125	2	200	100	—	—	—	2	250	100
150	2	250	100	—	—	—	2	300	100
200	2	300	125	2	300	125	2	400	125
250	2	400	150	2	400	150	2	450	150
300	2	450	150	2	450	150	2	500	150
350	2	500	175	2	500	175	2	600	175
400	2	550	200	2	550	200	2	650	200
500	2	700	225	2	700	200	2	800	225
600	2	800	225	2	800	200	2	950	250
700	2	900	225	2	900	200	2	1100	250
800	2	1000	250	2	1000	225	2	1200	275
900	2	1100	250	2	1100	225	2	1400	275
1000	2	1250	250	2	1250	225	2	1500	275
1200	2	1500	250	2	1500	225	2	1800	275
1400	2	1750	275	2	1750	250	2	2000	300
1600	2	2000	275	2	2000	250	2	2500	300
1800	2	2250	275	2	2250	250	2	2750	300
2000	2	2500	300	2	2500	275	2	3000	325
2200	2	2750	300	2	2750	275	—	—	—
2400	2	3000	300	2	3000	275	—	—	—
2600	2	3000	300	2	3000	275	—	—	—
2800	2	3250	300	2	3250	275	—	—	—
3200	2	3750	325	2	3750	300	—	—	—
3600	2	4250	325	2	4250	300	—	—	—
4000	2	4500	325	2	4500	300	—	—	—
4400	2	5000	325	2	5000	300	—	—	—
4800	2	5500	325	2	5500	300	—	—	—
5200	2	6000	325	2	6000	300	—	—	—
<b>Носовые якоря и цепи судов класса «О»</b>									
50	1	50	50	—	—	—	1	75	50
75	1	75	60	—	—	—	1	100	60
100	1	100	60	—	—	—	1	150	60
125	2	150	75	—	—	—	2	200	75

Продолжение табл. 3.2.1-1

Характеристика слабжения $N_{\Sigma}$ , кг <sup>2</sup>	Суда								
	самостоятельные			несамостоятельные			бухсирные		
	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м
150	2	200	75	1	200	75	2	250	75
200	2	250	100	2	250	100	2	300	100
250	2	300	100	2	300	100	2	350	100
300	2	350	125	2	350	125	2	400	125
350	2	400	125	2	400	125	2	500	125
400	2	450	150	2	450	150	2	550	150
500	2	550	175	2	550	150	2	650	200
600	2	650	175	2	650	150	2	750	200
700	2	700	175	2	700	150	2	850	200
800	2	800	175	2	800	150	2	1000	200
900	2	900	175	2	900	150	2	1100	200
1000	2	1000	200	2	1000	175	2	1200	225
1200	2	1200	200	2	1200	175	2	1500	225
1400	2	1400	200	2	1400	175	2	1700	225
1600	2	1600	200	2	1600	175	2	1900	225
1800	2	1800	200	2	1800	175	—	—	—
2000	2	2000	225	2	2000	200	—	—	—
2200	2	2150	225	2	2150	200	—	—	—
2400	2	2250	225	2	2250	200	—	—	—
2600	2	2500	225	2	2500	200	—	—	—
2800	2	2750	225	2	2750	200	—	—	—
3200	2	3000	225	2	3000	200	—	—	—
3600	2	3250	250	2	3250	225	—	—	—
4000	2	3750	250	2	3750	225	—	—	—
4400	2	4000	250	2	4000	225	—	—	—
4800	2	4250	250	2	4250	225	—	—	—
5200	2	4750	250	2	4750	225	—	—	—
<b>Носовые якоря и цепи судов класса «Р» при скорости течения до 6 км/ч</b>									
15	1	15	30	—	—	—	—	—	—
20	1	20	30	—	—	—	—	—	—
25	1	25	30	—	—	—	1	30	30
30	1	30	30	—	—	—	1	40	40
40	1	40	30	—	—	—	1	50	40
50	1	50	30	1	50	50	1	75	50
75	1	75	40	1	75	50	1	100	50
100	1	100	50	1	100	50	1	125	50
125	1	125	50	1	125	50	1	150	50

Продолжение табл. 3.2.1-1

Характеристика снабжения $K_{С}$ , м <sup>3</sup>	Суда								
	самоводные			несамоводные			буксирные		
	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м
150	2	150	50	1	150	50	2	175	75
175	2	175	75	1	175	75	2	200	75
200	2	200	75	1	200	75	2	250	100
250	2	250	75	1	250	75	2	300	100
300	2	300	75	1	300	75	2	350	100
350	2	350	100	1	350	75	2	350	100
400	2	350	100	1	350	75	2	400	100
500	2	450	125	2	450	100	2	500	125
600	2	500	125	2	500	100	2	600	125
700	2	600	125	2	600	100	2	700	125
800	2	650	125	2	650	100	2	800	125
900	2	750	125	2	750	100	2	900	125
1000	2	800	125	2	800	100	2	1000	125
1200	2	950	125	2	950	125	2	1200	150
1400	2	1100	150	2	1100	125	—	—	—
1600	2	1300	150	2	1300	125	—	—	—
1800	2	1400	150	2	1400	125	—	—	—
2000	2	1600	150	2	1600	125	—	—	—

## Насевные якоря и цепи судов класса «Л» при скорости течения до 6 км/ч

15	1	10	25	—	—	—	1	15	25
20	1	15	25	—	—	—	1	20	25
25	1	20	25	—	—	—	1	25	30
30	1	25	25	—	—	—	1	30	30
40	1	30	25	—	—	—	1	40	30
50	1	40	25	1	40	40	1	50	40
75	1	50	30	1	50	40	1	75	40
100	1	75	40	1	75	40	1	100	40
125	1	100	50	1	100	40	1	150	40
150	1	150	50	1	100	50	2	150	50
175	1	150	50	1	150	50	2	175	50
200	1	150	50	1	175	50	2	200	50
250	1	200	75	1	200	75	2	250	75
300	2	250	75	1	250	75	2	300	75
350	2	300	75	1	300	75	2	350	75
400	2	350	75	1	350	75	2	400	75
500	2	400	100	1	400	75	2	450	100
600	2	450	100	1	450	75	2	550	100

Окончание табл. 3.2.1-1

Характеристика снабжения $N_{\text{С}}$ , м <sup>2</sup>	Сула								
	самоходные			несамоходные			буксирные		
	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м	Число якорей	Суммарная масса якорей, кг	Суммарная длина цепей, м
700	2	500	100	2	500	75	2	600	100
800	2	600	100	2	600	75	2	700	100
900	2	650	100	2	650	75	—	—	—
1000	2	700	100	2	700	75	—	—	—
1200	2	850	125	2	850	100	—	—	—
1400	2	1000	125	2	1000	100	—	—	—
1600	2	1100	125	2	1100	100	—	—	—
1800	2	1200	125	2	1200	100	—	—	—
2000	2	1400	125	2	1400	100	—	—	—

Таблица 3.2.1-2

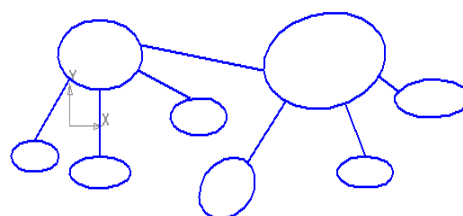
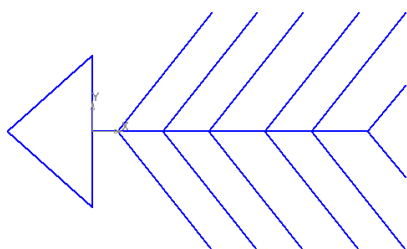
Масса якоря, кг	Калибр, мм, якорной цепи у судов классов					
	«Р» и «Л»			«М» и «О»		
	Цепь с распорками при категории прочности		Цепь без распорок	Цепь с распорками при категории прочности		Цепь без распорок
	1	2		1	2	
75	—	—	9	—	—	11
100	—	—	11	—	—	11
150	—	—	11	—	—	14
200	—	—	14	14	—	16
250	14	—	16	16	14	17,5
300	16	14	17,5	19	16	—
350	17,5	14	19	19	16	—
400	19	16	—	22	19	—
450	20,5	17,5	—	22	19	—
500	22	19	—	26	22	—
600	22	19	—	26	22	—
700	26	22	—	28	26	—
800	26	22	—	28	26	—
900	28	26	—	32	26	—
1000	32	26	—	34	28	—
1250	34	28	—	38	32	—
1500	38	32	—	40	34	—
1750	40	34	—	44	38	—
2000	44	38	—	46	40	—
2250	44	38	—	—	40	—
2500	46	40	—	—	44	—

Таблица 3.2.2-1

Характеристика снабжения, м <sup>3</sup>	Суза классификации					
	«О»		«Р»		«Л»	
	Масса якоря, кг	Длина каната, м	Масса якоря, кг	Длина каната, м	Масса якоря, кг	Длина каната, м
50	10	60	10	50	10	40
75	15	65	15	55	15	40
100	25	70	15	60	15	45
125	25	80	25	65	25	50
150	35	85	25	70	25	50
175	50	90	35	70	25	55
200	50	95	35	75	25	55
250	50	100	50	80	35	65
300	75	105	50	85	35	65
350	75	115	75	85	50	70
400	100	120	75	95	50	75
450	100	125	75	100	50	80
500	100	130	75	105	75	80
550	125	135	100	110	75	85
600	125	135	100	110	75	85
700	150	140	125	110	100	85
800	150	145	125	115	100	90
900	200	150	150	120	125	95
1000	200	150	150	125	125	100

Примечание. Якорное снабжение принято применительно к якорям Матросова.

2. Выполнить графический организатор, пользуясь учебником Фрид стр.170-175 «Рыбья кость» или «Кластер»



### Контрольные вопросы

1. Из каких элементов состоит якорное устройство?
2. Что отличает шпиль от брашпиля?
3. Назовите основной критерий износа якорной цепи?
4. Назовите якорь с неподвижными лапами?

### Критерии оценки

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## Практическая работа №15

### Тема: Постановка судна на швартовы и снятие с них

**Цели урока:** Изучить последовательность действий при постановке судна на швартовы и снятие с них.

#### Материально-техническое оснащение:

Разумов В.К. «Моторист -рулевой»

А.А. Власов «Речные суда. Устройство организации службы».

#### Ход работы

Пользуясь теоретической частью, необходимо:

1. Записать последовательность подачи швартовов при швартовке лагом, подкрепить рис.1 (с расшифровкой)
2. Записать последовательность действия матроса при швартовке, подкрепить рис.2. (с расшифровкой)
3. Обозначить правила крепления швартова на кнехте, зарисовать рис.3 и 4(с расшифровкой).
4. Обозначить правила (меры) безопасности при швартовке.
5. На основании практической работы рассказать преподавателю последовательность действий матроса при швартовке судна преподавателю.
6. Вывод.

#### Теоретическая часть

Швартовку осуществляют при подходе судна к причалу. При этом судно должно подходить к нему против течения под некоторым углом. Сначала подают носовой швартов для удержания носовой части судна, чтобы течением воды прижать его к причалу. Затем из среднего пролета подают швартов тоже в направлении к носу для предупреждения сноса судна по течению вдоль причала. Вторым обратный швартов из среднего пролета подают к корме для удержания судна от сноса, вызванного попутным ветром противотечения. Средний кормовой швартов подают из кормового пролета для удержания судна от движения вперед или назад в помощь среднему или обратному швартову. Кормовой швартов подают с кормы для удержания судна у причала. Поданные вдоль судна канаты называют продольными или подтяжными, а поданные под прямым углом — прижимными. Носовой, средний и кормовой швартовы у пассажирских судов испытывают максимальные нагрузки, поэтому они должны быть более прочными.



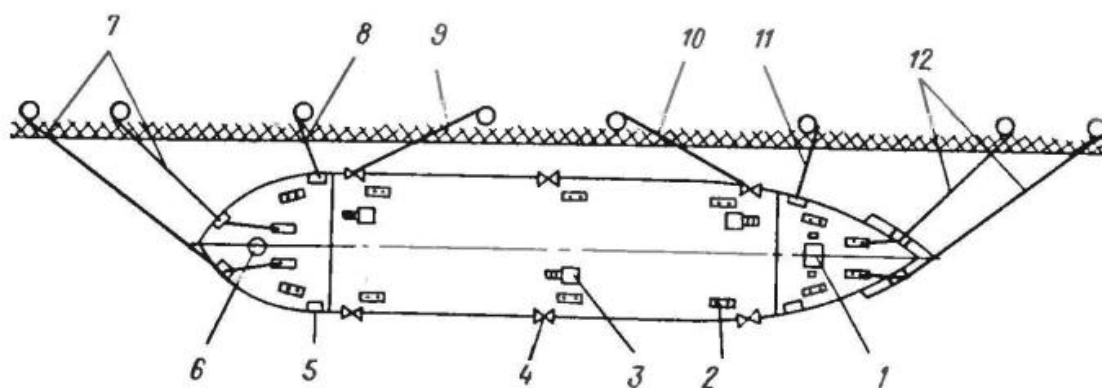


Рис.1 Схема швартовного устройства и расположение швартовов при швартовке лагом. 1 — брашпиль со швартовными барабанами; 2 — кнехт; 3 — швартовная лебедка; 4 — швартовный ключ; 5 — киповая планка; 6 — швартовный шпиль; 7 — кормовой продольный швартов (правый и левый); 8 — кормовой прижимной швартов; 9 — кормовой шпринг; 10 — носовой шпринг; 11 — носовой прижимной швартов; 12 — носовые продольные швартовы (правый и левый) .

При подходе судна к причалу подготовка швартовных устройств заключается в следующем: приготавливают швартовы, в случае надобности спускают кранцы, подготавливают и проворачивают швартовные механизмы.

Огон (петлю) швартова пропускают в швартовный ключ или обносную скобу и к нему прикрепляют бросательный конец, или, иначе, легость (рис. 1). Для подачи бросательного конца его набирают небольшими ровными шлагами в левую руку. Затем часть шлагов с легостным грузиком берут в правую руку и с размаху выбрасывают на причал грузиком вперед, чтобы во время полета легость распустилась и достигла причала. Для того чтобы выбрасывать легость точно на всю длину, необходима тренировка. Бросать легость нужно с таким расчетом, чтобы грузик упал на причал, не задев стоящих там людей, и не ударил в окна надстроек. Бросок нужно предварять возгласом «Берегись!».



Рис.2 Расположение швартова на баке перед отдачей

1- трос; 2- выброска; 3 - переносной стопор.

Матрос на причале выбирает швартов и закрепляет его на швартовной тумбе. Подтягивание швартовых канатов начинают после подтверждения с

причала «канат закреплен». После этого швартов на судне подбирают и крепят на кнехте.

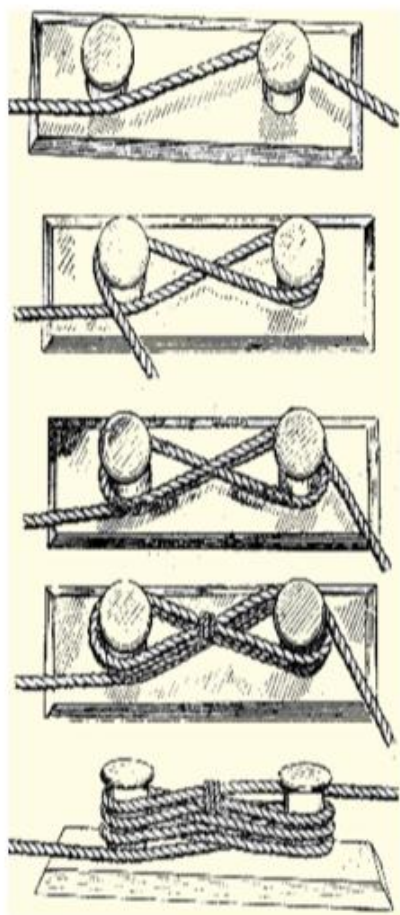


Рис.3 Закрепление швартова на кнехте.

В начальный период швартовки обычно прочно швартовы на кнехте не закрепляют, пока не определится место судна у причала. При этом следует соблюдать осторожность, чтобы руки не попали под шлагги каната, наброшенные на тумбы кнехтов. Стальные швартовые канаты более удобны при больших диаметрах тумб кнехтов, так как при малых диаметрах легко образуются колышки.

На пассажирских судах рабочие места перед выполнением швартовых операций должны до начала работ ограждаться леерами с надписями: «Посторонним лицам вход запрещен», «Не подходить — опасно» и т. п. У судовых швартовых механизмов во время подачи и выбирания швартовых тросов должны находиться только те члены экипажа, которые заняты непосредственно выполнением этих операций.

При работе со стальными тросами нужно обязательно пользоваться рукавицами.

Подбирать швартовые тросы можно только после получения подтверждения с причала о том, что трос закреплен и чист. О начале работ следует предупредить лиц, работающих на причале. При работе со швартовыми механизмами запрещается накладывать дополнительные шлагги троса на швартовые барабаны шпиля или брашпиля во время их вращения, а также передергивать или удерживать наложенные на барабан шлагги троса.

Швартов на кнехте крепится с ходового конца.

Натяжение свободного (коренного) конца швартова быстро убывает с наложением каждого последующего шлага.

Для надежного закрепления верхние шлагги швартова закаболиваются.

Недопустима покладка швартова на кнехт с коренного

конца (обращенного к вьюшке) или последнего шлага

петлей, так как в этом случае возникают серьезные затруднения с отдачей швартова.

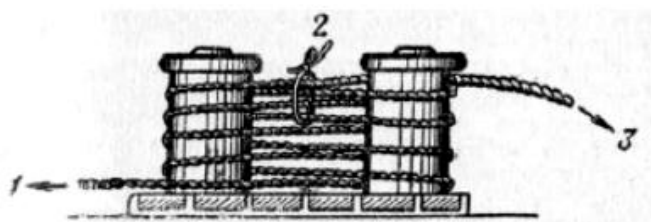


Рис.4 Покладка и крепление швартова на кнехте:

1 — ходовой конец; 2 — каболка; 3 — коренной конце

Не следует оставлять канаты на барабанах шпилей и брашпелей после закрепления их окончательно на кнехтах. Чтобы стальные канаты при длительных стоянках судов у причалов не ослаблялись, на кнехтах на два верхних шлага накладывают бензель из смоляной каболки. Швартовы закрепляют с расчетом быстрой их отдачи.

Матрос, удерживающий ходовой конец выбираемого или вытравливаемого троса, должен находиться не ближе одного метра от барабана швартовного механизма или кнехта и в стороне от линии направления тяги троса.

При завозе швартовного троса на причал или на берег с помощью шлюпки на палубе судна должно оставаться достаточное количество троса, обеспечивающее беспрепятственное свободное его закрепление на кнехтах, а также возможность дополнительного вытравливания.

Ходовой конец закрепляется в шлюпке с таким расчетом, что бы в случае необходимости его можно было быстро отдать.

В темное время суток места швартовных операций должны быть освещены.

Отдачу швартовых осуществляют в обратном порядке. После выбора их на судно швартовы укладывают на вьюшках и закрепляют стопорными устройствами.

### **Контрольные вопросы**

1. Что такое вьюшка?
2. Какое назначение имеет лёгость?
3. Какой швартов подают первым при швартовке судна лагом?
4. Какое назначение имеет киповая планка?
5. Как должен находиться матрос удерживающий ходовой конец выбираемого или вытравливаемого троса?
6. Чем опасны колышки разнесённого по палубе швартова?
7. Какие средства индивидуальной защиты должны быть применены матросом перед швартовкой?

### **Критерии оценки**

1. Правильно выполненные задания.
2. Выполнение работы в течение 1 пары.
3. Аккуратность и самостоятельность выполнения работы.
4. Наличие содержательного вывода.

## Используемая литература

### Основная литература

1. Фрид Е. Г. Устройство судна: Учебник. — 5-е изд., стереотип: — Л.: Судостроение, 1989. — 344с.
2. Бронштейн Д.Я. Устройство и основы теории судна: Учебник. — Л.: Судостроение, 1988.-336с.
3. Смирнов Н.Г. Теория и устройство судна. — Учебник для речных училищ и техникумов. М.: Транспорт, 1992. — 248с;
4. Чайников К.Н. Общее устройство судна - издательство «Судостроение» , 1971-208с;
5. Донцов С.В. Основы теории судна. - с Латстар,2001. — 136с;
6. Коровин А. Г. Классификация и техническая эксплуатация современных спасательных средств: Методическое пособие для курсантов и студентов;
7. Федоров В.Ф., Губанов Б. Д. Организация и технология судоремонта: Учебник для речных училищ и техникумов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1987. 335с;
8. Наумов А.И. Теория, устройство и ремонт судов внутреннего плавания - издательство «Речной транспорт» Москва, 1959 — 368;
9. Чиняев И.А. Судовые вспомогательные механизмы. Учебник для вузов водн. трансп. — М.: Транспорт, 1989 — 295с;
10. М.Н. Александров Судовые устройства- издательство «Судостроение» Ленинград - 371 с;
11. В.Б. Жинкин Теория и устройства корабля; Учебник. — 3-е изд., стереотип.- СПб,: Судостроение, 2002. — 336с.
12. Власов А.А. Речные суда: Устройство и организация службы.: Учеб. Пособие для СПТУ. — М.: «Транспорт»,1989.287с.: ил., табл.- Библиогр.:с.281;
13. Разумов В.К. Рулевой моторист Изд. 2-е, перераб. и доп. М., «Транспорт», 1977. 279с;
14. Тихомиров Н.А. Теория и устройство судна Изд-во М., «Транспорт», 1965. 271с;
15. Шмаков М.Г. Судовые устройства Учебник для вузов водн. трансп. Изд. 2-е, перераб. и доп. «М», «Транспорт», 1977. 279с.

### Дополнительные источники

1. Гурович А.Н., Асиновский В.И. Суда прибрежного и портового плавания — Л.: «Судостроение», 1978. — 184с.
2. Григорьев Я.Н., Шапиро В.М. Конструкция корпуса и основы строительной механики морских судов. Л.: Судостроение ,1972.
3. Епифанов Б.С. Судовые системы. Л.: Судостроение,1970;

4. Страхов А.П. Черков Х.А. Устройство и ремонт корпусов металлических судов. Учебник для средних проф. Техн. Училищ. М., «Высш. школа», 1977 – 264с.

**Электронные ресурсы**

Теория устройства судна: - <http://mygma.narod.ru>;

<http://www.seaman-sea.ru>;

<http://www.clubfd.ru>;

<http://sea-library.ru>;

<http://www.moryak.biz>;

<http://www.sealib.com.ua>;