

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЭКОНОМИКИ И СЕРВИСА»
КОЛЛЕДЖ СЕРВИСА И ДИЗАЙНА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по решению задач с приемами расчетов
ПМ.01 Контроль и пусконаладка технологических процессов
судостроительного производства
по специальности 26.02.02 «Судостроение»

Владивосток 2022


Методические указания по решению задач с приемами расчетов ПМ.01 Контроль и пусконаладка технологических процессов судостроительного производства для студентов Колледжа сервиса и дизайна Владивостокского государственного университета разработаны в соответствии с Федеральным государственным стандартом среднего профессионального образования по специальности 26.02.02 «Судостроение», утвержденного приказом Минпросвещения России от 23.11.2020 N 659.

Разработчики: Грибов К.В., преподаватель ФГБОУВО ВГУЭС КСД

Рассмотрено и одобрено на заседании ЦМК Судостроение

Протокол № 9 от «17» май _____ 2022 г.

Председатель ЦМК



Бондарь А.Т.

Общин указания

Учебное пособие разработано с целью оказания помощи студентам при решении задач по дисциплине. Приведённые в пособии задачи должны способствовать выработке у студентов умений:

- применять основные законы гидромеханики для решения задач, связанных с определением посадки судна, его плавучести, остойчивости, непотопляемости, ходкости;
- проводить пересчет результатов модельных испытаний на натуре;
- рассчитывать влияние перемещения, принятия и расходования грузов на остойчивость;
- проводить расчеты по кренованию и дифферентовке судна.
- определять мощность главного двигателя по заданной скорости судна;
- проводить расчет гребного винта в первом приближении;

ПЛАВУЧЕСТЬ СУДНА

Плавучесть - это способность судна плавать по определённую ватерлинию, неся всю положенную нагрузку и выполняя заданные функции в воде.

Элементы плавучести, определяемые при решении задач:

- весовое и объёмное водоизмещение судна (порожнем и с грузом);
- осадка (уровень погружения судна) конструктивная и грузовая;
- координаты положения центра тяжести судна;
 - запас плавучести (надводный объём судна) или мера запаса плавучести (надводный борт).

Основные формулы, применяемые при решении задач:

$$P = \gamma V - \text{уравнение плавучести};$$

где $\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3$ - плотность морской воды;

$$V = \delta L B d - \text{объёмное водоизмещение судна, м}^3;$$

L, B, d - соответственно длина, ширина и осадка судна, м³;

δ - коэффициент общей полноты судна (формула приведена ниже);

$$P = \gamma \delta L B d - \text{весовое водоизмещение судна.}$$

Коэффициенты полноты судна:

$$\alpha = S/LB - \text{коэффициент полноты ватерлинии,}$$

S - площадь ватерлинии, м²;

$$\beta = \omega/LB - \text{коэффициент полноты шпангоута, м}^2,$$

ω - площадь шпангоута, м²;

$$\delta = V/L B d - \text{коэффициент полноты водоизмещения (общей полноты).}$$

Изменение осадки судна:

$\Delta d = \pm p / \gamma S$ - изменение осадки при приёме (расходовании) малого груза,

p - принятый на судно груз (или снятый);

$\Delta d = \pm P (\gamma_1 - \gamma_2) / \gamma_1 \gamma_2 S$ - изменение осадки при изменении солёности воды

γ_1, γ_2 - плотность морской воды в различных бассейнах

Статические моменты массы судна

$M_x = P X_g$ - статический момент массы судна относительно продольной оси;

$M_y = P Y_g$ - статический момент массы судна относительно поперечной оси;

$M_z = P Z_g$ - статический момент массы судна относительно вертикальной оси,

X_g, Y_g, Z_g - положение центра тяжести соответственно по длине, ширине и высоте судна, м.

ЗАДАЧИ

- 1 Какова осадка плавучего дока, имеющего длину 116 м, ширину 26 м, если при собственной массе дока 5000 т он поднял судно массой 12000 т. Вода пресная.
- 2 Какой груз следует принять на судно, чтобы его осадка изменилась на 1,2 м. Длина судна 60 м, ширина 9,5 м, осадка 4 м, коэффициент общей полноты 0,7, коэффициент полноты ватерлинии 0,68. И каково будет водоизмещение судно с принятым грузом? Вода морская.
- 3 Вычислить координаты центра тяжести судна, если известно, что статические моменты массы судна относительно его центральных осей будут: $M_x = -7410$ кНм, $M_y = 180$ кНм, $M_z = 80500$ кНм. Длина судна 120 м, ширина 16,2 м, осадка 6,6 м. Вода морская.
- 4 Водоизмещение понтона, плавающего в пресной воде, 9 т, длина 6 м, ширина 3 м, осадка 1,2 м. Какова масса груза на прямоугольном понтоне?

- 5 Может ли судно перед выходом на испытания принять топливо, воду, людей и другой груз общей массой 350т, если глубина у пирса 8,7м. Судно имеет длину 124м, ширину 15м, осадку 7м, коэффициент полноты ватерлинии 0,8, коэффициент общей полноты судна 0,7.
- 6 В процессе модернизации с судна была снята котельная установка массой 113т. Определить новую осадку судна, если известно, что судно плавает в морской воде и имеет характеристики: длину 118м, ширину 15м, осадку 4,2м, коэффициент общей полноты 0,7, коэффициент полноты ватерлинии 0,8.

Пример решения задачи

Судно для перевозки бананов имеет характеристики: длину 110 м, ширину 15 м, осадку 5,5 м. Коэффициент общей полноты 0,7. Судно плавает в морской воде. Определить весовое водоизмещение судна, если известно, что во время рейса было расходувано 12 т топлива.

Дано:

$$L = 110 \text{ м}$$

$$B = 15 \text{ м}$$

$$d = 5,5 \text{ м}$$

$$\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3$$

$$\delta = 0,7$$

$$p = 12 \text{ т}$$

$$P_1 = ?$$

Решение:

Водоизмещение судна перед выходом в рейс

$$P = \gamma \delta L B d$$

$$P = 1,025 \cdot 0,7 \cdot 110 \cdot 15 \cdot 5,5 = 6511 \text{ т}$$

Новое водоизмещение судна

$$P_1 = P - p$$

$$P_1 = 6511 - 12 = 6499 \text{ т}$$

ОСТОЙЧИВОСТЬ СУДНА

Остойчивостью называется способность судна, выведенного внешними силами из состояния равновесия, вновь возвращаться в первоначальное равновесие после прекращения действия внешних сил.

Мерой остойчивости является метацентрическая высота h , также остойчивость характеризуется следующими элементами:

- углом крена Θ и углом дифферента φ ;
- положением центра тяжести (координатными осями X_g, Y_g, Z_g);
- положением центра величины (координатными осями X_c, Y_c, Z_c);
- положением метацентра (координатными осями X_m, Y_m, Z_m);
- метацентрическим радиусом r ;
- кренящим M и восстанавливающим M_Θ моментами.

Методика расчёта устойчивости зависит от угла наклона судна. При наклоне судна на угол до 15° (начальная устойчивость) расчёт можно производить по метацентрическим формулам, так как в пределах этого угла положение метацентра не меняется и метацентрический радиус остаётся постоянным. При наклоне судна на больший угол расчёт производят по диаграммам.

Основные формулы, применяемые при решении задач

Метацентрические формулы устойчивости

$M_\Theta = M$ - условие равновесия судна;

$M_\Theta = P h \sin\Theta$ - определение восстанавливающего момента,
 P - весовое водоизмещение судна;

$h = r + Z_c - Z_g$ - определение метацентрической высоты;

$r = I_x / V$ - определение метацентрического радиуса,

V - объёмное водоизмещение судна,

I_x - момент инерции площади ватерлинии относительно оси X .

Изменение устойчивости при изменении нагрузки на судно

$h_1 = h + \Delta h$ - новая метацентрическая высота;

$h = \pm p \Delta Z_p$ - изменение метацентрической высоты при вертикальном перемещении груза (p – масса переносимого груза, ΔZ_p - перемещение центра тяжести груза);

$\Delta h = - p l / P$ - изменение метацентрической высоты при наличии подвешенного груза (p - масса подвешенного груза, l - длина нити подвеса);

$\Delta h = P (d + \Delta d - h - Z_p) / (P \pm p)$ - изменение метацентрической высоты при приёме или снятии груза (p – масса принятого или снятого груза, Δd - изменение осадки, Z_p - положение центра тяжести груза по высоте);

$\Delta h = - \gamma_{ж} i_x / P$ - изменение метацентрической высоты при наличии на судне свободной поверхности жидкости ($\gamma_{ж}$ - плотность находящейся в цистерне или в отсеке жидкости, i_x - момент инерции свободной поверхности жидкого груза относительно продольной оси; для прямоугольной цистерны $i_x = 1 b^3 / 12$, где l и b соответственно длина и ширина цистерны).

ЗАДАЧИ

- 1 Вычислить величину момента, кренящего судно на 10° . Судно плавает в Охотском море и имеет характеристики: длину 142м, ширину 21м, осадку 9м, положение центра тяжести по высоте 6,4м, центра величины по высоте 3м, метацентрический радиус 8м, коэффициент полноты водоизмещения 0,7.
- 2 На судно (элементы которого: длина 120м, ширина 12м, осадка 8м, коэффициент общей полноты 0,7) грузят дизель-генератор массой 11,8т. Определить остойчивость судна в процессе погрузки, если первоначальная метацентрическая высота 0,5м. Расстояние от верхнего блока судового крана до центра тяжести дизель-генератора 4м. Вода морская.
- 3 Под судовым дизель-генератором предполагается заменить фундамент, при этом его центр тяжести повысится на 0,48м. Масса дизель-генератора 11,8м. Дать заключение о влиянии такого переоборудования на остойчивость судна, если известно, что его длина 120м, ширина 12м, осадка 8м, коэффициент общей полноты 0,7. Вода морская.
- 4 Два судна имеют метацентрические радиусы соответственно 6м и 4м, положение центра тяжести по высоте - 12,4м и 11,6м, положение центра величины по высоте - 6,5м и 7,6м. Определить: остойчивы ли эти суда и какое из них обладает лучшей остойчивостью.
- 5 Определить изменение остойчивости при переносе груза с нижней палубы на верхнюю, если расстояние между палубами 3м, масса переносимого груза 250т, а судно имеет следующие элементы: длину 85м, ширину 10,5м, осадку 4м, метацентрическую высоту 0,4м. Вода пресная.
- 6 Определить угол крена судна при переносе с борта на борт груза массой 225т, если известно, что расстояние его перемещения составляет 10м, а судно имеет характеристики: длину 110м, ширину 15м, осадку 5,5 м, метацентрическую высоту 2м, коэффициент общей полноты 0,7. Судно плавает в морской воде.
- 7 На судне, имеющем водоизмещение 900т, осадку 6м, метацентрическую высоту 0,5м, из цистерны прямоугольной формы израсходовано 10т пресной воды, в результате чего осадка уменьшилась на 0,1м и в цистерне образовалась свободная поверхность воды. Определить влияние свободной поверхности на остойчивость судна. Цистерна имеет длину 5м, ширину 2м, положение центра тяжести воды в цистерне по высоте - 1,6м.
- 8 На судно с помощью стрелы грузят груз массой 8,5т. Определить влияние такой погрузки на остойчивость судна, если расстояние от центра

тяжести груза до верхнего блока стрелы 3м. Водоизмещение судна 2500т, первоначальная метацентрическая высота 0,55м.

- 9 Для улучшения остойчивости судна на днище между флорами решено уложить твёрдый балласт. Какое количество балласта потребуется, чтобы метацентрическая высота повысилась до 1,2м. Характеристики судна: водоизмещение 900т, осадка 6м, метацентрическая высота 0,9м, высота днищевого набора 0,8м.

Пример решения задачи

При перемещении груза с борта на борт судно получило крен 10° . Определить массу этого груза, если известно, что расстояние его перемещения составляет 10м, а судно имеет характеристики: длину 110м, ширину 15м, осадку 5,5 м, метацентрическую высоту 2м, коэффициент общей полноты 0,7. Судно плавает в морской воде.

Дано:

$$L = 110 \text{ м}$$

$$B = 15 \text{ м}$$

$$d = 5,5 \text{ м}$$

навли-

$$\gamma = 1,025 \text{ т/м}^3$$

$$\delta = 0,7$$

$$h = 2 \text{ м}$$

$$y = 10 \text{ м}$$

$$p = ?$$

Решение:

Кренящий момент от перемещения груза

$$M = p y, \text{ отсюда } p = M / y$$

Кренящий момент должен быть равен восста-

навли-

$$\text{вающему, } M = M_\Theta = P h \sin \Theta$$

Водоизмещение судна

$$P = \gamma \delta L B d$$

$$P = 1,025 \cdot 0,7 \cdot 110 \cdot 15 \cdot 5,5 = 6511 \text{ т}$$

$$M_\Theta = 6511 \cdot 2 \cdot \sin 10^\circ = 6511 \cdot 2 \cdot 0,174 = 2266 \text{ тм}$$

Вес переносимого груза

$$p = 2266 / 10 = 227 \text{ т}$$

Учебное пособие разработано с целью оказания помощи студентам при выполнении практических работ, направленных на выработку умений по использованию правил приближенных вычислений для расчетов по статике и динамике корабля.

Общие правила приближённых вычислений

При выполнении расчётов числа округляют таким образом, чтобы они содержали три или четыре значащие цифры, остальные цифры отбрасывают и заменяют нулями. Например, число 235628 округляют до 235600. Если первая из отброшенных цифр больше или равна 5, то последнюю из сохраняемых цифр увеличивают на единицу. Например, число 47264 округляют до 47270.

При умножении и делении в результате следует сохранять столько значащих цифр, сколько имеется в сомножителе (делимом или делителе) с наименьшим числом значащих цифр. Например, $534,6 \cdot 0,32 = 11$

При возвышении в квадрат или куб в результате нужно сохранять столько значащих цифр, сколько их имеет основание степени. Например, $8,94^2 = 79,9$; $1,53^3 = 3,38$.

Извлекая квадратный или кубический корень, в результате необходимо оставить столько значащих цифр, сколько их имеет приближённое значение подкоренного числа. Например, $\sqrt{56,4} = 7,51$; $\sqrt[4]{4,21} = 1,61$.

Практическая работа 1.1

По теоретическому чертежу блока судна определить по правилу трапеции площади трёх шпангоутов.

Расчёт произвести в табличной форме.

№ Ватерлинии	17 Шпангоут	18 шпангоут	19 Шпангоут
0	Y_0	Y_0	Y_0
1	Y_1	Y_1	Y_1
2	Y_2	Y_2	Y_2
3	Y_3	Y_3	Y_3
4	Y_4	Y_4	Y_4
5	Y_5	Y_5	Y_5
6	Y_6	Y_6	Y_6
7	Y_7	Y_7	Y_7
Сумма $\sum Y$			
Поправка $y + y$			
Испр. сумма $\sum Y = \sum Y - y + y$			
Площадь, м ² $\omega = 2\Delta d \sum Y$			

Для отсека судна, расположенного в районе трёх шпангоутами построить строевую по ватерлиниям.

Практическая работа 1.2

По теоретическому чертежу блока судна определить по правилу трапеции площади ватерлиний.

Расчёт произвести в табличной форме.

Номера шпангоутов	Ординаты
0	-
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	-
14	-
15	-
16	-
17	Y_{17}
18	Y_{18}
19	Y_{19}
20	-
Сумма	$\sum Y$
Поправка	$y + y$
Исправленная сумма	$\sum y = \sum Y - y + y$
Площадь, м ²	$S = 2\Delta L \sum y$

Для отсека судна, расположенного в районе трёх шпангоутами построить строевую по шпангоутам

Практическая работа 1.3

Определить по правилу трапеции объём отсека судна, расположенного в районе трёх шпангоутов. Расчёт произвести двумя вариантами:

по площадям шпангоутов (определённым в практической работе 1) и по площадям ватерлиний (определённым в практической работе 2)

Расчёт произвести в табличных формах.

Таблицы для расчёта по площадям шпангоутов

Номера шпангоутов	Площади, м ²
0	-
1	-
2	-
3	-
4	-
5	-
6	-
7	-
8	-
9	-
10	-
11	-
12	-
13	-
14	-
15	-
16	-
17	ω_{17}
18	ω_{18}
19	ω_{19}
20	-
Сумма	$\sum \omega$
Поправка	$\omega + \omega$
Исправленная сумма	$\sum \omega = \sum \omega - \omega + \omega$
Объём, м ³	$V = \Delta L \sum \omega$

Таблицы для расчёта по площадям ватерлиний

Номера ватерлиний	Площади, м ²
0	S_0
1	S_1
2	S_2
3	S_3
4	S_4
5	S_5

6	S_6
7	S_7
Сумма	$\sum S$
Поправка	$s + s$
Исправленная сумма	$\sum S = \sum S - s + s$
Объём, м ³	$V = \Delta d \sum S$

Практическая работа 1.4

Построить кривые положения центра величины (X_c и Z_c) и решить задачу
 - для данной осадки определить положение центра величины

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант 1 (для $d = 4,3\text{м}$ - X_c -? Z_c -?)						
D	1,5	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5
X_c	-0,20	-0,08	0,65	1,32	2,10	3,60
Z_c	1,12	1,71	2,54	3,10	3,62	4,73
Вариант 2 (для $d = 6,1\text{м}$ - X_c -? Z_c -?)						
D	2,5	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5
Z_c	1,50	1,68	2,36	2,98	3,26	4,44
Вариант 3 (для $d = 7,3\text{м}$ - X_c -? Z_c -?)						
D	4	5	6	7	8	9
X_c	-0,54	-0,40	-0,28	-0,15	0,10	0,22
Z_c	2,30	2,80	3,10	3,60	4,20	4,90
Вариант 4 (для $d = 5,4\text{м}$ - X_c -? Z_c -?)						
D	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
X_c	-0,84	-0,52	-0,34	-0,12	0,52	0,88
Z_c	2,92	3,70	4,15	4,51	5,82	6,73
Вариант 5 (для $d = 6,3\text{м}$ - X_c -? Z_c -?)						
D	4	5	6	7	8	9
X_c	-0,34	-0,28	-0,20	-0,15	0,10	0,15
Z_c	2,62	3,20	4,00	4,60	5,30	6,20
Вариант 6 (для $d = 3,5\text{м}$ - X_c -? Z_c -?)						
d, м	1	2	3	4	5	6
X_c , м	-0,30	-0,26	-0,20	-0,14	0,10	0,15
Z_c , м	0,62	1,20	2,00	2,60	3,10	4,20

Вариант 7 (для d = 4,3м - Xс -? Zс - ?)						
d, м	4	5	6	7	8	9
Xс, м	-0,52	-0,31	-0,15	0,90	1,22	1,76
Zс, м	2,90	3,76	4,51	4,93	6,10	7,22
Вариант 8 (для d = 4,3м - Xс -? Zс - ?)						
d, м	2	3	4	5	6	7
Xс, м	-0,20	-0,08	0,65	1,32	2,10	3,60
Zс, м	1,12	1,71.	2,54	3,10	3,62	4,73

Практическая работа 1.5

Построить грузовой размер судна и решить задачи:

- 1 Определить для данной осадки водоизмещение судна
- 2 По данному водоизмещению определить осадку судна

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4	
Осадка, м	Объём, м ³	Осадка, м	Объём, м ³	Осадка, м	Объём, м ³	Осадка, м	Объём, м ³
0,5	210	1,0	500	0,5	490	1,0	1,70 10 ³
1,0	590	2,0	940	1,0	880	2,0	2,6 10 ³
1,5	1135	3,0	1370	1,5	1370	3,0	3,65 10 ³
2,0	1735	4,0	2010	2,0	2000	4,0	4,73 10 ³
2,5	2455	5,0	2750	2,5	2750	5,0	6,10 10 ³
3,0	3135	6,0	3370	3,0	3500	6,0	7,62 10 ³
3,5	4085	7,0	4100	3,5	4500	7,0	9,50 10 ³
4,0	5085	8,0	5030	4,0	5750	8,0	11,5 10 ³
Вариант 5		Вариант 6		Вариант 7		Вариант 8	
0,5	500	0,5	630	1,0	0,70	0,75	1000

					10^3		
1,0	900	1,0	1030	2,0	1,60 10^3	1,25	1750
1,5	1375	1,5	1505	3,0	2,65 10^3	1,75	2650
2,0	2000	2,0	2130	4,0	3,73 10^3	2,25	3500
2,5	2700	2,5	2830	5,0	5,10 10^3	2,75	4900
3,0	3370	3,0	3500	6,0	6,62 10^3	3,25	6200
3,5	4100	3,5	4230	7,0	8,50 10^3	3,75	7700
4,0	5000	4,0	5130	8,0	10,5 10^3	4,25	9500

- 1 - d = 2,3 м, P - ?; P = 26460 кН, d - ?
2 - d = 3,8 м, P - ?; P = 31600 кН, d - ?
3 - d = 1,8 м, P - ?; P = 22800 кН, d - ?
4 - d = 3,2 м, P - ?; P = 62500 кН, d - ?
5 - d = 1,4 м, P - ?; P = 28800 кН, d - ?
6 - d = 3,3 м, P - ?; P = 36200 кН, d - ?
7 - d = 4,1 м, P - ?; P = 32500 кН, d - ?
8 - d = 3,0 м, P - ?; P = 45300 кН, d - ?

Практическая работа 1.6

По масштабу Бонжана для данной осадки судна (носом и кормой) определить водоизмещение судна

Расчёт произвести в табличной форме

Номера шпангоутов	Площади, м ²
0	ω_0
1	ω_1
2	ω_2
3	ω_3
4	ω_4
5	ω_5
6	ω_6
7	ω_7
8	ω_8
9	ω_9
10	ω_{10}
11	ω_{11}
12	ω_{12}

12	ω_{13}
13	ω_{14}
14	ω_{15}
15	ω_{16}
16	ω_{17}
17	ω_{18}
18	ω_{19}
19	-
20	-
Сумма	$\sum \omega$
Поправка	$\omega + \omega$
Исправленная сумма	$\sum \omega = \sum \omega - \omega + \omega$
Объём, м ³	$V = \Delta L \sum \omega$

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Варианты	Осадка, м		Масштабы, в 1см - м, м ²		
	Носом	Кормой	Длина	Осадка	Площадь
1	4,0	3,5	6	1,5	25
2	2,8	3,2	5,5	1,6	30
3	2,5	3,2	5,0	1,3	25
4	2,2	3,0	4,5	1,0	20
5	4,2	5,1	6,2	2,0	35
6	3,6	4,8	4,0	1,8	15
7	2,0	2,5	5,5	1,2	24
8	1,6	2,2	3,0	0,8	10
9	2,8	3,2	5,0	1,4	16
10	4,6	5,2	3,6	1,8	22

Практическая работа 1.7

Построить диаграмму статической остойчивости и решить по ней задачи:

- 1 Определить наибольший кренящий момент, под действием которого судно не теряет остойчивость
- 2 Определить наибольший угол крена, до которого судно может безопасно наклоняться
- 3 При известном угле крена определить кренящий момент

- 4 При известном кренящем моменте определить угол крена
- 5 Определить угол крена, при котором судно теряет остойчивость
- 6 Определить начальную метацентрическую высоту
- 7 При постоянном динамически приложенном кренящем моменте определить вызванный им угол крена
- 8 Определить наибольший динамически приложенный кренящий момент, под действием которого судно ещё не теряет остойчивость

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Вариант 1 P = 142000кН		Вариант 2 P = 85000кН		Вариант 3 P = 84000кН		Вариант 4 P = 75000кН	
Θ, град.	l, м	Θ, град	L, м	Θ, град	L, м	Θ, град	l, м
10	0,9	10	1,9	10	1,0	10	4,0
20	2,8	20	3,4	20	3,0	20	7,4
30	5,1	30	4,3	30	6,2	30	9,3
40	6,0	40	4,5	40	8,2	40	10,0
50	5,9	50	4,3	50	8,2	50	10,2
60	4,8	60	2,6	60	6,4	60	9,0
70	0,7	70	0,7	70	3,0	70	3,2
80	-	80	-	80	-0,6	80	-
Вариант 5 P = 120000кН		Вариант 6 P = 80000кН		Вариант 7 P = 105000кН		Вариант 8 P = 95000кН	
Θ, град	l, м	Θ, град	L, м	Θ, град	L, м	Θ, град	l, м
10	2,5	10	3,8	10	2,0	10	0,3
20	4,3	20	6,6	20	4,4	20	0,8
30	5,1	30	8,7	30	6,5	30	1,5
40	5,0	40	9,1	40	8,0	40	1,8
50	4,1	50	8,5	50	8,4	50	2,0
60	1,0	60	5,0	60	8,0	60	1,7
70	-	70	1,2	70	6,0	70	1,1
80	-	80	-	80	-0,8	80	0,2

Практическая работа 1.8

По данным диаграммы статической остойчивости построить диаграмму динамической остойчивости и решить по ней задачи:

- 1 Определить динамический угол крена, когда на судно действует постоянный динамически приложенный кренящий момент
- 2 При известном динамическом угле крена определить динамически приложенный кренящий момент постоянной величины, вызвавший этот крен

3 Определить минимальный опрокидывающий момент и угол опрокидывания

Для построения диаграммы динамической остойчивости определяются в табличной форме плечи динамической остойчивости. Табличную форму расчёта смотри в учебнике: Фукельман В.Л. Основы теории корабля, стр. 33, таблица 5

Практическая работа 1.9

Тема: «Непотопляемость»

Исходные данные: эскизы и характеристики судов

Цель работы: проверить на удовлетворение требованиям Регистра выбранную длину отсека судна

Ход работы:

- 1 Начертить в масштабе эскиз корпуса судна и указать на нём положение проверяемого отсека.
 - 2 Определить по правилам Регистра *фактический вероятный индекс* деления на отсеки «А».
 - 3 Определить по правилам Регистра *требуемый вероятный индекс* деления на отсеки «R».
- Сравнить индексы и сделать вывод о выбранной длине отсека.

Практическая работа 2.1

ДЕЛЕНИЕ КОРПУСА СУДНА НА ОТСЕКИ

Исходные данные

- 1 Теоретический чертёж судна

Цель работы

Произвести разбивку судна на отсеки (в зависимости от его назначения)

Последовательность выполнения работы

- 1 Начертить на формате А2 две проекции корпуса (вид на борт и вид на палубу)
- 2 Рассчитать шпацию судна: $a = 0,002 L + 0,48$ м. Длина любого отсека должна делиться на шпацию. В средней части судна шпация должна быть не более 0,9 м, в форпике и ахтерпике – не более 0,6 м
- 3 Определить длину форпика l_f (l_f лежит в пределах от 0,06 L до 0,08 L), длину ахтерпика l_a (l_a лежит в пределах от 0,04 L до 0,06 L) и указать их на проекциях чертежа
- 4 Указать на проекциях чертежа переборки МО (его длину взять в пределах 12 – 18 м) и поставить другие переборки, отделяющие грузовые отсеки друг от друга и других отсеков. Максимальная длина трюма должна быть не более 30 м, танка при отсутствии продольных переборок 10 – 12 м.

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные задания по сухогрузным и наливным судам с главными размерениями, указанными на теоретических чертежах.

Практическая работа 2.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЛЩИНЫ ДНИЩЕВОЙ И БОРТОВОЙ ОБШИВКИ И НАСТИЛА ПАЛУБЫ ПО ПРАВИЛАМ РЕГИСТРА

Исходные данные

- 1 Теоретический чертёж судна

Цель работы

- 1 Определить толщину обшивки днищевое перекрытия
- 2 Определить толщину обшивки бортового перекрытия

Последовательность выполнения работы

- 1 На теоретическом чертеже указать отсек, для перекрытий которого будут выполняться расчёты по Регистру

- 2 Описать конструкцию блока с указанием размеров днищевых, бортовых и палубных перекрытий, их системы набора, балок главного направления и перекрёстных связей
- 3 Определить по правилам Регистра расчётную нагрузку на соответствующее перекрытие
- 4 Определить по правилам Регистра толщину указанных перекрытий и принять её в соответствии со стандартом

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные задания по сухогрузным и наливным судам разных размеров.

Практическая работа 2.3

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДНИЩЕВОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ПО ПРАВИЛАМ РЕГИСТРА

Исходные данные

- 1 Теоретический чертёж судна

Цель работы

- 1 Произвести расчёт и выбрать балки главного направления
- 2 Произвести расчёт и выбрать перекрёстные связи

Последовательность выполнения работы

- 1 Описать конструкцию перекрытия с указанием его размеров, системы набора, балок главного направления и перекрёстных связей
- 2 Определить по правилам Регистра расчётную нагрузку на перекрытие
- 3 Произвести расчёты и выбрать размеры балок перекрытия
- 4 Выполнить на формате А3 главный вид перекрытия с продольным и поперечным разрезами

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные задания по сухогрузным и наливным судам разных размеров.

Практическая работа 2.4

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ БОРТОВОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ПО ПРАВИЛАМ РЕГИСТРА

Исходные данные

- 1 Теоретический чертёж судна

Цель работы

- 1 Произвести расчёт и выбрать балки главного направления
- 2 Произвести расчёт и выбрать перекрёстные связи

Последовательность выполнения работы

- 1 Описать конструкцию перекрытия с указанием его размеров, системы набора, балок главного направления и перекрёстных связей
- 2 Определить по правилам Регистра расчётную нагрузку на перекрытие
- 3 Произвести расчёты и выбрать размеры балок перекрытия
- 4 Выполнить на формате А3 главный вид перекрытия с продольным и поперечным разрезами

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные задания по сухогрузным и наливным судам разных размеров.

Практическая работа 2.5

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПАЛУБНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ПО ПРАВИЛАМ РЕГИСТРА

Исходные данные

- 1 Теоретический чертёж судна

Цель работы

- 1 Произвести расчёт и выбрать балки главного направления
- 2 Произвести расчёт и выбрать перекрёстные связи

Последовательность выполнения работы

- 1 Описать конструкцию перекрытия с указанием его размеров, системы набора, балок главного направления и перекрёстных связей
- 2 Определить по правилам Регистра расчётную нагрузку на перекрытие
- 3 Произвести расчёты и выбрать размеры балок перекрытия
- 4 Выполнить на формате А3 главный вид перекрытия с продольным и поперечным разрезами

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные задания по сухогрузным и наливным судам разных размеров.

Практическая работа 2.6

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПОПЕРЕЧНОЙ ПЕРЕБОРКИ ПО ПРАВИЛАМ РЕГИСТРА

Исходные данные

- 1 Теоретический чертёж судна

Цель работы

- 1 Произвести расчёт и выбрать балки главного направления
- 2 Произвести расчёт и выбрать перекрёстные связи

Последовательность выполнения работы

- 1 Описать конструкцию переборки с указанием её размеров, балок главного направления и перекрёстных связей
- 2 Определить по правилам Регистра расчётную нагрузку на переборку
- 3 Определить толщину обшивки переборки
- 3 Произвести расчёты и выбрать размеры балок переборки
- 4 Выполнить на формате А3 главный вид перекрытия с продольным и поперечным разрезами

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

Индивидуальные задания по сухогрузным и наливным судам разных размеров.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ РАСЧЁТА, ВЫПОЛНЕННОГО ПО ПРАВИЛАМ РЕГИСТРА

Расчёт конструктивных элементов поперечной переборки по правилам Регистра

Настоящий расчёт произведён по «Правилам классификации и постройки морских судов», том 2 Морского Регистра судоходства для поперечной переборки 11 шпангоута, имеющей в отличие от других переборок наибольшую высоту и, следовательно, воспринимающей наибольшие нагрузки.

В расчёте сделаны ссылки на номера параграфов (п.) и таблиц (табл.) указанных «Правил...» Регистра, из которых взяты расчётные формулы и коэффициенты.

Толщина листов обшивки переборки

Согласно п. 2.7.4.1 толщина обшивки переборки должна быть не менее определённой по формуле (1.6.4.4.):

$$s = m a \sqrt{k p / k_{\sigma} \sigma + \Delta s}, \quad (1)$$

где $m = 15,8$ - коэффициент изгибающего момента;

a - шпация, м; определяется согласно п. 1.1.3.6 по формуле:

$$a = 0,002L + 0,48 \quad (2)$$

$$a = 0,002 \cdot 17,7 + 0,48 = 0,515 \text{ м};$$

k = 1 - коэффициент, определяемый согласно п. 1.6.4.4

P - расчётное давление, кПа; определяется согласно п. 2.7.3.1 по формуле:

$$P = \rho g z_n, \quad (3)$$

$$\rho = 1,025 \text{ т/м}^3 - \text{плотность морской воды};$$

$$g = 9,81 \text{ м/с}^2 - \text{ускорение свободного падения};$$

$$z_n = 2,6 \text{ м} - \text{отстояние от точки приложения нагрузки до палубы переборок};$$

$$p = 1,025 \cdot 9,81 \cdot 2,6 = 26,1 \text{ мПа};$$

$k_\sigma = 0,85$ - коэффициент по табл. 2.7.4.1;

$\sigma = 235 \text{ мПа}$ - предел текучести материала обшивки переборки;

Δs - запас на износ и коррозию, мм; определяется согласно п. 1.1.5.1 по формуле:

$$\Delta s = u T/2, \quad (4)$$

$$u = 0,1 \text{ мм/год} - \text{среднее уменьшение толщины обшивки переборки вследствие коррозионного износа};$$

$$T = 24 \text{ года} - \text{планируемый срок службы обшивки},$$

$$\Delta s = 0,1 \cdot 24/2 = 1,2 \text{ мм/год}$$

$$S = 15,8 \cdot 0,5 \sqrt{\frac{1 \cdot 26,1}{0,85 \cdot 235}} + 1,2 = 4,0 \text{ мм}$$

Принимаем толщину верхнего пояса обшивки 4,0 мм, толщину нижнего пояса согласно п. 2.7.4.1 на 1 мм больше, т. е. 5,0 мм.

Вертикальные стойки

Согласно п. 2.7.4.2 момент сопротивления балок основного набора переборки должен быть не менее определённого по формуле (1.6.4.1):

$$W = W' \omega, \quad (5)$$

Где W' - момент сопротивления стойки, см³, к середине срока службы, определяемый по формуле:

$$W' = \frac{Q \cdot 10^3}{m k_\sigma \sigma}, \quad (6)$$

$Q = p a l$ - расчётная нагрузка на стойку, кН

$p = 26,1 \text{ мПа}$ - (по формуле 3),

$a = 0,5 \text{ м}$ - (по формуле 2),

$l = 2,4 \text{ м}$ - пролёт стойки,

$Q = 26,1 \cdot 0,5 \cdot 2,4 = 31,3 \text{ кН}$;

$m = 21$ - коэффициент для стоек с закреплёнными концами;

$k_{\sigma} = 0,8$ - коэффициент по табл. 2.7.4.2;

$\sigma = 235 \text{ мПа}$ - предел текучести материала стойки;

$$W' = \frac{31,3 \cdot 2,4 \cdot 10^3}{21 \cdot 0,8 \cdot 235} = 19,0 \text{ см}^3$$

ω - коэффициент, учитывающий поправку на износ, определяемый согласно п. 1.1.5.3 для балок полособульбового профиля по формуле:

$$\omega = (0,85 / \sqrt[3]{W'}) + \sqrt[3]{\Delta s / 2},$$

$\Delta s = 1,2 \text{ мм/год}$ - (по формуле 4),

$$\omega = (0,85 / \sqrt[3]{19,0}) + \sqrt[3]{1,2 / 2} = 1,15$$

$$W = 19,0 \cdot 1,15 = 22,0 \text{ см}^3$$

Принимаем стойку переборки выполненной из полособульбового профиля № 8 с моментом сопротивления $W = 25 \text{ см}^3$

Кницы, соединяющие стойки со смежными конструкциями

Согласно [1, п. 1.7.2 .2] крепление концов стоек должно быть кничное. Размеры привариваемых сторон книц определяются по формуле:

$$c = n \sqrt{w / 0,1s} \quad (7)$$

где $n = 2,2$ - коэффициент согласно [1, п. 2.7.4.2];

$w = 25,0 \text{ см}^3$ - момент сопротивления принятой в проекте стойки;

$s = 5,0 \text{ мм}$ - толщина принятой стойки,

$$c = 2,2 \sqrt{25,0 / 0,1 \cdot 5,0} = 15,5 \text{ см}$$

Принимаем кницы для крепления концов стоек размерами 160 x 160 x 5 мм

Согласно [1, п. 2.7.2.3] кницы, крепящие стойки к настилу палубы и обшивке днища при поперечной системе набора корпуса, должны быть доведены соответственно до ближайшего к переборке бимса или флора и приварены к ним.

Принятые в проекте конструктивные элементы переборки

Толщина обшивки нижнего пояса..... 5,0 мм
Толщина обшивки верхнего пояса4,0 мм
Вертикальные стойки переборки..... полособульбы | 8
Размеры книц, привариваемые к балкам смежных конструкций 160 x 160 x 5 мм
Размеры книц, привариваемые к настилу палубы 500 x 160 x 5, фл. 30
мм
Размеры книц, привариваемые к обшивке днища.....500 x 350 x 5, фл. 30 мм

Практическая работа 3.1 Определение парусности судна

Исходные данные

1. Чертёж общего расположения судна
2. Летняя грузовая осадка судна носом и кормой

Цель работы

Определить парусность судна (площадь проекции боковой надводной поверхности корпуса, а также надстроек и рубок, имеющих ширину более 0,25 В, фальшбортов и комингсов люков высотой более 1,5м)

Последовательность выполнения работы

1. На чертеже общего расположения на главной проекции отложить осадку носом и кормой и провести ватерлинию
2. Разбить надводную часть судна на элементарные геометрические плоские фигуры (прямоугольники, квадраты, трапеции, треугольники).
3. Определить по геометрическим формулам площади элементарных геометрических фигур согласно сделанной разбивке.
4. Произвести суммирование площадей геометрических фигур
5. Оформить расчёт в табличной форме (образец расчёта приводится ниже)

Образец расчёта парусности

Таблица 1 - Расчёт парусности

№ геометрических фигур	Размеры геометрических фигур, м	Площадь геометрических фигур, м ²
1	Прямоугольник 5,1 x 14,3	72,9
2	Прямоугольник 4,8 x 6,2	29,8
....
12	Трапеция (3,6 + 2,9) x 6,3/ 2	20,5
13	Треугольник (1,8 x 3,2) / 2	2,9
	Сумма площадей	746,4
*)	Цилиндрическая вставка 6,4 x 16,2	103,6
	Площадь парусности А	850

*) При наличии на судне цилиндрической вставки к сумме площадей геометрических фигур добавляется площадь прямоугольника со сторонами, равными высоте надводного борта и длине цилиндрической вставки.

Формулы для определения площадей геометрических фигур

$S = a b$ - площадь прямоугольника (a и b - стороны прямоугольника)

$S = a h / 2$ - площадь треугольника (a - основание, h - высота)

$S = (a + b) h / 2$ - площадь трапеции (a и b - основания трапеции, h - высота)

Практическая работа 3.2

Расчёт якорного устройства по правилам Регистра

Исходные данные

- 1 Чертёж общего расположения судна
- 2 Главные размерения судна (длина, ширина, осадка, коэффициент водоизмещения)
- 3 Парусность судна

Цель работы

Для данного судна определить якорное снабжение по «Правилам классификации и постройки морских судов» Морского Регистра судоходства

Последовательность выполнения работы

- 1 Определить характеристику снабжения (согласно п. 3.2.1 «Правил...»)
- 2 По таблице 3.1.3-1 (или 3.1.3-2) определить:
 - число становых якорей и массу каждого якоря;
 - суммарную длину обеих цепей и калибр цепи в зависимости от категории;
 - массу стоп-анкера;
 - длину цепи или стального троса для стоп-анкера;

- разрывная нагрузка цепи или разрывное усилие троса стоп-анкера

Пример определения характеристики снабжения и выбора элементов якорного снабжения

Согласно 3.2.1 «Правил...» характеристика снабжения определяется по формуле:

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

где Δ - объёмное водоизмещение судна, определяемое по формуле:

$$\Delta = 6L B d$$

$$\Delta = 0,7 \cdot 125 \cdot 16,4 \cdot 8,2 = 1177 \text{ м}^3$$

$B = 16,4 \text{ м}$ - ширина судна;

$h = 12,2 \text{ м}$ - высота от летней грузовой ватерлинии до верхней кромки настила палубы самой высокой рубки, имеющей ширину более, чем $0,25B$

$A = 1832 \text{ м}^2$ - парусность судна

$$N_c = 1177^{2/3} + 2 \cdot 16,4 \cdot 12,2 + 0,1 \cdot 1832 = 675$$

По данной характеристике судно должно быть снабжено согласно таблицы 3.1.3-1 становыми якорями в количестве 3 штук, один из них запасной. Масса каждого якоря должна составлять 2100 кг.

Суммарная длина обеих цепей 440 м, Калибр цепи 1 категории (нормальной прочности) - 46 мм, калибр цепи 2 категории (повышенной прочности) - 40 мм, калибр цепи 3 категории (высокой прочности) - 36 мм.

Стоп-анкер в снабжение судна не входит.

Практическая работа 3.3

Расчёт швартовно-буксирного устройства по правилам Регистра

Исходные данные

- 1 Чертёж общего расположения судна
- 2 Главные размерения судна (длина, ширина, осадка, коэффициент водоизмещения)
- 3 Парусность судна

Цель работы

Для данного судна определить швартовно-буксирное снабжение по «Правилам классификации и постройки морских судов» Морского Регистра судоходства

Последовательность выполнения работы

- 1 Определить характеристику снабжения (согласно п. 3.2.1 «Правил...»)
- 2 По таблице 3.1.3-1 (или 3.1.3-2) определить:
 - число швартовых тросов и длину каждого, м;
 - разрывное усилие швартового троса в целом, кН, и выбрать тросы по ГОСТу;
 - длину буксирного троса, м;
 - разрывное усилие буксирного троса, кН, и выбрать трос по ГОСТу

Пример выбора элементов швартовно-буксирного снабжения

Швартовное устройство

Согласно 4.1.1 на каждом судне должно иметься швартовное устройство, обеспечивающее подтягивание судна к береговым или плавучим причальным сооружениям и надёжное крепление судна к ним.

Число, длина и разрывное усилие в целом швартовых тросов определяются по таблицам 3.1.3-1 и 3.1.3-2 по характеристике снабжения.

Для характеристики $N_c = 675$ согласно таблицы 3.1.3-1 число швартовых тросов 4, длина каждого троса 160 м, разрывное усилие 157 кН.

Диаметр троса определяется в зависимости от разрывного усилия по соответствующему ГОСТу для стальных, синтетических и растительных тросов. Согласно 4.2.1 швартовые тросы из растительного и синтетического волокна не должны применяться диаметром менее 20 мм.

Согласно 4.1.3 число швартовых тросов может быть увеличено в зависимости от отношения площади парусности к характеристике снабжения. Для данного судна ($A/N_c = 1832 / 675 = 2,71$) число швартовых тросов увеличивается на 3. Число швартовых тросов составляет 7.

Буксирное устройство

Согласно 5.1.1 на каждом судне должно иметься буксирное устройство. Согласно 5.2.1 длина и разрывное усилие буксирного троса в целом определяются по таблицам 3.1.3-1 и 3.1.3-2 в зависимости от характеристики снабжения.

Для характеристики $N_c = 675$ согласно таблицы 3.1.3-1 длина буксирного троса составляет 190 м, разрывное усилие 406 кН.

Диаметр троса определяется в зависимости от разрывного усилия по соответствующему ГОСТу для стальных, синтетических и растительных тросов. Согласно 4.2.1 буксирные тросы из растительного и синтетического волокна как и швартовные не должны применяться диаметром менее 20 мм.

Практическая работа 3.4

Расчёт рулевого устройства по правилам Регистра

Исходные данные

- 1 Теоретический (или конструктивный) чертёж кормовой оконечности судна
- 2 Главные размерения судна, скорость судна, диаметр винта, упор винта
- 3 Тип руля, размеры пера руля

Цель работы

Для данного судна определить по «Правилам классификации и постройки морских судов» Морского Регистра судоходства условные нагрузки, диаметр головки баллера и толщину обшивки пера руля.

Последовательность выполнения работы

- 1 Выбрать по обводам кормовой оконечности тип руля
- 2 Определить площадь пера руля, задать высоту и ширину пера руля
- 3 Определить условную расчётную нагрузку, кН, действующую на перо руля на переднем ходу
- 4 Определить условный крутящий момент, действующий на рулевое устройство на переднем ходу
- 5 Определить диаметр головы баллера
- 6 Определить толщину обшивки пера руля

Пример расчёта рулевого устройства

Согласно 2.2.1 исходные расчётные параметры зависят от выбранного типа руля, площади пера руля, высоты пера руля, диаметра гребного винта, упора гребного винта при заданной скорости переднего хода.

Ориентировочно площадь поверхности пера руля, m^2 , определяется по коэффициенту, равному отношению площади пера руля к произведению длины судна на осадку

$$K = A / Ld$$

[1, с. 25]

$$A = K Ld$$

Таблица 2 - Значения коэффициента «К»

Тип судна	К
Транспортные суда одновинтовые	0,018 – 0,023
Транспортные суда двухвинтовые с двумя рулями	0,020 – 0,028
Большие пассажирские суда	0,017 – 0,019
Малые и средние пассажирские суда	0,017 – 0,023
Нефтеналивные суда	0,013 – 0,020
Береговые суда	0,020 – 0,033
Буксиры, паромы	0,025 – 0,040

По выбранному типу руля площади пера определяется высота и ширина пера руля, m ; средняя высота части пера руля, расположенной в корму от оси его вращения, m ; часть площади пера, находящаяся в струе гребного винта, m^2 ; часть площади пера руля, расположенная в нос от оси его вращения, m^2 .

Согласно 2.2.2.1 и 2.2.2.2 по приведённым формулам определяется условная расчётная нагрузка, kH , действующая на перо руля на переднем ходу

Согласно формулы 2.2.2.3 определяется условный расчётный крутящий момент, kHm , действующий на рулевое устройство на переднем ходу.

Диаметр головы баллера определяется по формуле 2.3.1. Толщина обшивки пера профильного руля определяется согласно 2.4.1.1 и 2.4.1.2.

При определении элементов руля верхний предел текучести применяемого материала элементов не должен приниматься более 390 МПа.

Практическая работа 3.5

Гидравлический расчёт трубопровода

Исходные данные

- 1 Расчетная схема судовой системы с нанесением обозначений путевой и запорной арматуры и потребителей системы
- 2 Внутренний диаметр расчётного трубопровода, мм, длина расчётного участка, м.
- 3 Рабочая среда (жидкость), коэффициент вязкости рабочей среды, $\text{м}^2/\text{с}$
- 4 Расход жидкости, $\text{м}^3/\text{с}$
- 5 Номограммы: для определения числа Рейнольдца; для определения гидравлического уклона; для определения единичной эквивалентной длины

Цель работы

Для данной судовой системы определить потери давления на преодоление гидравлических сопротивлений на заданном участке трубопровода

Последовательность выполнения работы

- 1 По номограмме по диаметру трубы и расходу жидкости определить скорость жидкости, затем по этой же номограмме определить число Рейнольдца
- 2 По номограмме определить гидравлический уклон для технически гладких труб, определяемый в мм вод. ст./м (для перевода в Па/м снятая со шкалы номограммы величина умножается на $9,81 \cdot 10^3$ или делится на 0,000102).
- 3 По номограмме по числу Рейнольдца и диаметру трубы определить единичную эквивалентную длину, м
- 4 Подсчитать сумму коэффициентов местных сопротивлений на участке расчётной длины трубопровода
- 5 Вычислить полную эквивалентную длину участка, м
- 6 Определить приведённую длину участка, м
- 7 Подсчитать потери давления на преодоление гидравлических сопротивлений на участке, Па
- 8 Принять узловое давление в расчётной точке трубопровода с учётом запаса

Пример выполнения гидравлического расчёта трубопровода

Расчёт начинают с составления расчётной схемы. Арматуру, механизмы и путевые элементы на схеме обозначают в соответствии с принятыми обозначениями в судостроении. На каждом участке указывают длину l и диаметр трубопровода

d , расход Q и геометрическую высоту. Точки разветвления трубопровода называют узловыми точками и обозначают их цифрами или буквами. Коэффициенты местных сопротивлений ζ выбирают по справочникам. Выписка коэффициентов приведена в таблице 3.

Таблица 3 - Коэффициенты местных сопротивлений трубопроводов судовых систем

Вид сопротивления	Коэффициент сопротивления, ζ
Фильтр	2,4
Проходной невозвратно-запорный клапан	4,7
Колено	0,2
Ответвление Проходной запорный клапан	0,1
Клапанная коробка	4,7
	3,6
Вход в насос	0,06
Приёмная сетка с невозвратным клапаном	3
Клапанная невозвратно-запорная коробка	2,4
Грязевая коробка	0,4
Тройник	0,4
Кран проходной	3,2
Кингстон	4
Клапан дроссельный	0,15

По известным $d = 50$ мм и $Q = 12$ м³/с = 0,003 м³/с по номограмме определяем скорость жидкости на данном участке ($V = 1,7$ м/с), и по этой же номограмме определяем число Рейнольдца на этом участке ($Re = 6 \cdot 10^3$).

По диаметру трубы, скорости жидкости и числу Рейнольдца по другой номограмме определяем гидравлический уклон ($i = 0,048$ мм вод. ст./м = 470 Па/м).

По следующей номограмме для d и Re определяем единичную эквивалентную длину ($l_{эк} = 2,48$ м) и на расчётном участке трубопровода подсчитываем сумму коэффициентов местных сопротивлений ($\sum \zeta = 2,4 + 4,7 + 3 \cdot 0,2 + 0,1 + 4,7 = 12,5$)

Вычисляем полную эквивалентную длину участка, длина которого $l = 10$ м:

$$l_{эк} = l_{эк} \sum \zeta; \quad l_{эк} = 2,48 \cdot 12,5 = 31 \text{ м}$$

Определяем приведённую длину участка: $l_{пр} = l + l_{эк}; \quad l_{пр} = 10 + 31 = 41$ м

Потери давления на преодоление гидравлических сопротивлений на расчётном участке

$$\Delta p = i l_{пр}; \quad \Delta p = 470 \cdot 41 = 19270 \text{ Па}$$

Узловое давление принимаем с учётом запаса относительно полученных расчётом потерь давления на расчётном участке. Принимаем коэффициент запаса $k = 1,1$, тогда узловое давление $P_{уз} = k \Delta p; \quad P_{уз} = 1,1 \cdot 19270 = 21500$ Па

Потери давления на преодоление гидравлического сопротивления по всей длине трубопровода с учётом геометрической высоты всасывания не должны превышать давления всасывания, создаваемого принятым насосом.

Практическая работа 4.1

Построение развёрток деталей корпуса

Исходные данные

3. Теоретический чертёж судна
4. Конструктивный чертёж секции

Цель работы

С помощью поперечных и продольных растяжек построить развертку (начертить контуры) детали корпуса

Последовательность выполнения работы

6. На теоретическом чертеже на проекции *корпус* на каждом шпангоуте по конструктивному чертежу секции нанести положение верхних и нижних точек притыкания детали (стрингера, карлингса, детали пояса обшивки и др.).
7. На проекции *корпус* измерить прогрессы (расстояние между шпангоутами, измеренное по линии притыкания балки или по средней линии детали).
8. На проекции *полуширота* или *бок* сделать построение продольной растяжки каждой шпации (построить гипотенузу прямоугольного треугольника с катетами, равными прогрессу и нормальной шпации).
9. Выполнить поперечные растяжки (на каждом шпангоуте измерить на проекции *корпус* расстояния между верхними и нижними точками притыкания детали с отметкой средней линии).
10. На формате А3 провести базовую линию, отметить на ней по растянутым шпациям точки шпангоутов и восстановить из них перпендикуляры.
11. Отложить на перпендикулярах расстояния, снятые с поперечных растяжек
12. Обвести контур детали, при необходимости учесть стрелку погиби детали
13. Проставить необходимые размеры (от базовой линии)
14. Нанести линии притыкания поперечного набора

Практическая работа 4.2

Маршрутно-технологическая карта изготовления деталей

Исходные данные

Конструктивный чертёж секции корпуса судна (днищевой, бортовой, палубной, пе

реборки) или узла (фундамента, фальшборта, составной балки).

Цель работы

Составить технологический маршрут по изготовлению деталей секции

Последовательность выполнения работы

- 1 Разбить секцию (узел) на детали: на чертеже нанести сварные швы.
- 2 Произвести классификацию всех деталей по классам и группам согласно принятым в судостроении шифрам.
- 3 Выбрать операции для изготовления деталей и зашифровать их согласно принятым в судостроении шифров.
- 4 Составить маршрутно - технологическую карту изготовления деталей.

Образец выполнения маршрутно-технологической карты

Таблица - Технологический маршрут изготовления деталей переборки 11 шпангоута

Наименование и размеры деталей	Шифры деталей	Первичная обработка металла			Разметка	Маркировка	Механическая резка	Правка	Гибка
		Правка	Очистка	Грунтовка					
Лист обшивки 5х 1050 х 4200 мм	1.1	11	21	37	41	46	57	71	-
Лист обшивки 4х 1550 х 4900 мм	1.1	11	21	37	41	46	57	71	-
Кницы (2 шт.) 500 х 350 х 5 мм, Фл. 30 мм	1.5	11	21	37	42	46	57	71	84
Кницы (2 шт.) 500 х 160 х 5 мм, Фл. 30 мм	1.5	11	21	37	42	46	57	71	84
Кницы (12 шт.) 160 х 160 х 5 мм	3.1	11	21	37	42	46	57	71	-
Стойки ! 8 (7 шт.) 1 = 1,2 - 2,0 м	5.1	102	203	304	422	401	507	701	-
Примечание - Указанная шифровка деталей и операций дана в соответствии с [5, с.64]									

Практическая работа 4.3

Технологические процессы по изготовлению деталей секции

Исходные данные

- 1 Конструктивный чертёж секции судна
- 2 Маршрутно - технологическая карта изготовления деталей

Цель работы

Описать все операции изготовления деталей секции, предусмотренные маршрутно-технологической картой.

Последовательность выполнения работы

- 1 Изучить маршрутно – технологическую карту.
- 2 Описать в последовательности выполнения операции по изготовлению деталей, начиная с первичной обработки металла.

Образец выполнения содержательной части работы 4.3 показан на примере изготовления деталей секции поперечной переборки

1 Первичная обработка металла

Перед запуском в производство весь листовой и профильный прокат, поступающий со склада в корпусообрабатывающий цех, подвергается предварительной обработке: правке, очистке и грунтовке.

Правка листовой стали выполняется на семивалковых листопрямильных вальцах, полособульбов - на горизонтально-гибочном прессе. Правка на вальцах заключается в протягивании листа несколько раз между валками, в результате чего лист многократно изгибается под каждым из валков, сжатые в местах бухтин продольные волокна растягиваются, неровности устраняются. Правка профилей под прессом осуществляется давлением от приложенной нагрузки. Допускаемая бухтиноватость выправленных листов должна составлять до 3 мм/м и до 10 мм на всю длину листа. Допускаемая местная волнистость для профильного проката - до 2 мм/м, но не более 8 мм на всю длину балки .

Очистка листов от ржавчины и окалины производится в дробемётных камерах. Сущность метода заключается в использовании кинетической энергии чугунной или стальной дроби $\varnothing 0,5 - 2,5$ мм, выбрасываемой из дробемётных головок камеры

на очищаемую поверхность со скоростью до 80 м/с. Ржавчина, окалина и другие загрязнения под ударами дроби разбиваются и сдуваются струёй сжатого воздуха.

Полособульбы очищают химическим способом путём травления поверхности 10 – 20 % раствором соляной или серной кислоты в течение 1,5 часа, затем промывкой водой и нейтрализацией 5 % раствором кальцинированной соды.

Очищенная поверхность металла должна быть серого цвета и не иметь окислины, ржавчины, пыли, влаги, грязи, масляных и жировых загрязнений.

Выправленный и очищенный металл с целью защиты от дальнейшего воздействия среды грунтуют нанесением на поверхность с помощью краскораспылителя защитного слоя препарата «Мажеф», представляющего собой марганцевую соль фосфорной кислоты. После его сушки наносят раствор олифы в уайтспирите.

Загрунтованный металл должен быть предъявлен отделу технического контроля (ОТК) для проверки:

- шероховатости поверхности (выполняется специальным прибором);
- толщины защитного покрытия (при помощи магнитных толщиномеров);
- сплошности покрытия (путём внешнего осмотра).

2 Разметка и маркировка деталей

Обработанный металл подаётся в цех на участок разметки и маркировки. Детали обшивки и балок набора размечают по чертежам с уточнением габаритных размеров по плазовым данным. Кницы размечают по шаблонам. Размеры размеченных деталей должны соответствовать чертёжным и плазовым данным с учётом поправок на величину сварочных деформаций, величину зазора под сварку и величину технологических припусков. Технологический припуск предусматриваются для компенсации возможных погрешностей по пригоняемым кромкам деталей, удаляют его в процессе сборки. На деталях обшивки припуск шириной 20 - 30 мм предусматривается по нижним кромкам. Отклонения фактических размеров от номинальных значений должны лежать в пределах допусков:

- от габаритных размеров листовых деталей.....±0,5 мм;
- от габаритных размеров профильных деталей (стоек) ±1,0 мм;
- от прямолинейности 0,5 мм.

При разметке наносятся и прокерниваются следующие необходимые для вырезки деталей и контроля точности линии: контуров деталей, технологических припусков, отгиба фланцев, диаметральной плоскости (ДП). Разметка производится намелённой ниткой и чертилкой, затем накернивается с помощью керна и молотка. Ширина меловых линий не должна быть более 0,7 мм, ширина и глубина линий,

прочерченных чертилкой - не более 0,5 мм. По линии контуров мелких деталей (размером не более 500 х х 500 мм) керны наносят равномерно через 60 – 100 мм, на крупных деталях - не по всей длине линии кромки, а на отдельных участках по три керны подряд с разрывом между ними в 0,5 – 1,0 м.

Размеченные детали маркируют. Маркировка подразделяется на основную, дополнительную и вспомогательную. Основная марка включает номер заказа, чертежа, детали, а также толщину листа и марку стали. Дополнительная маркировка на деталях поперечных переборок включает указания о величине припуска, величине отогнутого фланца и ориентирующие надписи: «верх», «низ», номер шпангоута, ДП. Основная и дополнительная марки наносится с помощью автоматической маркировочной машины типа АМУ с ударным принципом действия и обводятся краской в форме четырёхугольника. На листах обшивки переборки основная марка наносится у короткой стороны детали около надписи «низ». Расположение основной марки на мелких деталях (кницах и стойках) зависит от их формы и размеров.

Вспомогательная марка, включающая дополнительные указания, которые необходимо выполнить в процессе сборки, на деталях поперечной переборки не требуется.

3 Вырезка деталей

Размеченные листы и полособульбы подаются на участок механической резки для вырезки деталей обшивки, книц и стоек. Вырезка деталей обшивки производится на гильотинных ножницах, книц и стоек - на комбинированных пресс-ножницах. Указанное специализированное оборудование действует по принципу скалывания, в результате которого в зоне реза происходит сложное деформирование (изгиб и смятие). Для обеспечения чистоты реза при резке на гильотинных ножницах зазоры между ножами должны быть в зависимости от толщины листов от 0,1 до 1,0 мм. Детали вырезают по кернам разметки, при этом половина отмеченного на металле керна должна оставаться на отрезаемой детали. Отклонения обрабатываемых кромок от отмеченных кернов для листов обшивки и книц не должны превышать $\pm 0,5$ мм, для вертикальных стоек - $\pm 1,5$ мм [3].

4 Правка деталей

Если детали после механической резки получили деформацию, их подвергают правке. Правка деталей обшивки и книц производится на листопрямительных вальцах, стоек - на горизонтально-гибочном прессе. После правки на деталях не должно оставаться следов наклёпа, местных вмятин, сломов и бухтиноватости. Размеры де-

талей после правки не должны иметь отклонений, превышающих следующие нормативные значения:

- от габаритных размеров листовых деталей..... $\pm 2,0$ мм;
- разность диагоналей листовых деталей..... $\pm 2,0$ мм;
- от габаритных размеров стоек..... $\pm 2,5$ мм;
- от плоскостности на 1 м длины 2,5 мм.

5 Гибка деталей

На участок гибки подаются кницы, имеющие отогнутый фланец. Отгибка фланцев производится на фланцегибочном станке по разметке. Во избежание появления трещин и надрывов в местах кернения отгибка фланца производится в сторону разметки. При выполнении гибки должен выдерживаться заданный радиусгиба. Холодная гибка фланцев радиусом менее двух толщин детали не допускается.

Допуск на отступления от плазового размера при гибке фланцев на фланцегибочном станке должен быть не более:

- на размер отогнутой части..... $\pm 2,0$ мм;
- на величину недогиба или перегиба..... $\pm 1,0$ мм;

6 Приёмка готовых деталей и их комплектация

Результатом работы корпусообрабатывающего цеха являются комплекты готовых к сборке деталей. По ходу изготовления детали сдают на контрольную проверку отделу технического контроля (ОТК). При приёмке деталей ОТК проверяет соответствие их формы и размеров чертежным и плазовым данным, а также отсутствие трещин, вмятин, расслоений и других дефектов. Все отклонения от номинальных размеров, формы и качества должны быть в пределах допусков, указанных в соответствующих государственных или отраслевых нормативах.

Принятые ОТК детали подают на участок комплектации готовых деталей, где их подбирают по заказу и чертежу, группируют по узлам и секциям. Крупные детали обычно комплектуют в пачки, мелкие - в контейнеры. Скомплектованные детали с помощью автокары доставляются в сборочно-сварочный цех на сборку секций.

Практическая работа 4.4

Изготовление узлов секции

Исходные данные

Конструктивный чертёж секции судна

Цель работы

Разработать технологические процессы по изготовлению узлов секции

Последовательность выполнения работы

- 1 Разработать технологический процесс изготовления полотнища секции
 - выбрать сборочную оснастку и приспособления
 - пояснить эскизами положение контрольных и базовых линий
 - описать в технологической последовательности процесс изготовления полотнища
 - пояснить эскизами порядок установки прихваток и выполнения сварных швов
- 2 Разработать технологический процесс изготовления тавровых балок
 - выбрать сборочную оснастку и приспособления
 - описать в технологической последовательности процесс изготовления балок

Практическая работа 4.5

Сборка и сварка секций

Исходные данные

- 1 Конструктивный чертёж секции судна
- 2 Маршрутно - технологическая карта

Цель работы

Разработать технологические процессы по изготовлению секции

Последовательность выполнения работы

- определиться в способе сборки секции
- выбрать сборочную оснастку и приспособления
- описать в технологической последовательности выполнение операций по сборке и сварке секции
- контуровка секции и пробивка базовых и контрольных линий

Образец выполнения содержательной части работы 4.5 показан на примере сборки и сварки секции поперечной переборки

Сборка и сварка поперечной переборки судна производится в сборочно-сварочном цехе на горизонтальном стенде. При изготовлении переборки выдерживается следующая технологическая последовательность:

- подготовка стенда к работе;
- раскладка листовых деталей обшивки переборки, сборка и сварка полотнища;
- разметка полотнища под установку набора;
- установка и приварка набора.

Подготовка стенда заключается в проверке на горизонтальность и плоскостность рабочей поверхности стенда и пробивка на ней прямой линии для ориентации деталей полотнища при их раскладке. Допускаемое отклонение от горизонтальности должно составлять ± 2 мм, от плоскостности - 3 мм на 1 м длины.

Листы полотнища переборки с помощью листоукладчика раскладывают на стенде согласно рабочему чертежу. Кромку первого (закладного) листа совмещают с линией, пробитой на стенде. Раскладка листов производится так, чтобы сторона, на которой будет установлен набор, была обращена к стенду. Кромки деталей и прилегающие к ним поверхности, подлежащие сварке, а также места приварки временных креплений и сборочных приспособлений, зачищают непосредственно перед сборкой от влаги, краски, масла, ржавчины и других загрязнений до чистого металла.

Ширина зачищаемой поверхностей стыкуемых деталей должна на 5 - 10 мм превышать ширину сварного шва. Зачистку производят пневматическими машинками с вставными металлическими щётками или абразивными кругами. Стыкуемые кромки подгоняют друг к другу с соблюдением минимальных зазоров. Для стягивания сопрягаемых деталей или смещения их в требуемое положение прилагают небольшие сборочные усилия. Принудительное стягивание кромок друг к другу не допускается.

Закрепление деталей под сварку выполняют электроприхватками. Электроприхватки ставят от середины стыка к кромкам. Длина электроприхваток 20 мм, расстояние между ними - 250 мм. Листы полотнища в процессе сборки разглаживают с помощью технологических грузов и специальных приспособлений.

После сборки полотнище закрепляют по контуру к сборочному стенду электроприхватками, выполняемыми с интервалом 500 - 600 мм, а по концам стыка устанавливают выводные планки. Размеры планок - 100 x 100 мм, толщина их равна толщине переборки.

Перед сваркой стыкуемых кромок полотнище проверяется ОТК на соответствие чертежу, наличие припусков, прилегание к рабочей поверхности стенда и величину зазора под сварку. Сварка производится автоматом в среде углекислого газа сварочной проволокой марки Св – 08Г2С, диаметром 1,2 – 1,4 мм. Сварочная проволока должна быть очищена от ржавчины, масла и других загрязнений и резких перегибов. К выполнению сварки допускаются только дипломированные сварщики, сдавшие испытания на право производить ответственные работы.

После остывания сварные швы зачищают пневматурбинками. Электроприхватки, которыми полотнище было прикреплено к стенду, срубают. Полотнище кантуют, обжимают грузами, закрепляют по контуру электроприхватками, зачищают сварные швы (рубкой) и производят подварку швов. Подварку выполняют аналогично сварке.

На изготовленном полотнище размечают и накернивают линию ДП и линию, параллельную ОЛ. Затем по плазовому эскизу размечают места установки набора (стоек) и контур переборки с учётом стапельного припуска. Стапельный припуск оставляют по нижней кромке, составляет он 15 – 30 мм.

Размеченные места установки стоек, а также кромки стоек, которыми они будут крепиться к полотнищу, зачищают до металлического блеска пневматурбинками, после чего разметка повторяется вновь с помощью намелённой нитки.

По разметке устанавливают стойки, обжимают их к полотнищу с помощью скоб с прижимными винтами, закрепляют электроприхватками.

Собранную секцию перед приваркой набора сдают ОТК для контроля вертикальности установленных стоек и расстояния между ними. Вертикальность проверяется с помощью малки с плаза, допускаемое отклонение верхней кромки стойки от плазового положения не должно превышать 2 мм. Расстояние между стойками проверяется рулеткой, допускаемое отклонение размера между соседними стойками составляет ± 5 мм, между крайними - ± 10 мм

Приварка стоек к полотнищу производится полуавтоматом в среде защитных газов. Сварка выполняется двумя сварщиками .

После выполнения сварочных работ удаляют сборочные приспособления, зачищают места их установки и производят испытание сварных швов керосином на непроницаемость. Секцию оконтуривают с сохранением стапельного припуска и маркируют с указанием номера заказа, чертежа и района установки.

Готовая секция принимается ОТК и затем подаётся в порядке очерёдности на стапель, где производится формирование корпуса судна.

При выполнении указанных работ по изготовлению переборок должны соблюдаться все требования техники безопасности и противопожарной техники.

Практическая работа 4.6

Установка секций на стапеле

Исходные данные

- 1 Конструктивный чертёж секции судна
- 2 Чертёж разбивки судна на секции и блоки

Цель работы

Разработка технологического процесса по установке секции на стапеле при формировании корпуса

Последовательность выполнения работы

- 1 Подготовка стапеля к закладке судна
 - пробивка базовых и контрольных линий
 - установка опорного оборудования и проверка его положения относительно базовых и контрольных линий
- 2 Определение очередности установки секции на стапеле
- 3 Выбор установочного и проверочного оборудования и приспособлений.
- 3 Пробивка базовых и контрольных линий на стапеле и на ранее установленных секциях
- 4 Технологическая последовательность выполнения установочных и проверочных работ

Образец выполнения содержательной части работы 4.6 показан на примере установки секции поперечной переборки на стапеле

Формирование корпуса на стапеле секционным методом заключается в последовательной установке на опорное оборудование днищевых секций, затем секций переборок, бортовых секций и в последнюю очередь - палубных секций. Предварительно производится подготовка стапеля к закладке судна, которая заключается в пробивке базовых линий и установке опорного оборудования (кильблоков).

Базовыми считаются линии, относительно которых проверяется положение корпусных конструкций в пространстве. Это линии диаметральной и основной плос-

костей (ДП и ОЛ), линии мидель-шпангоута, носового и кормового перпендикуляров, а также линии крайних и средних шпангоутов каждой днищевой секции.

На корпусных конструкциях наносятся контрольные линии. Контрольными называются линии, по которым проверяется положение секций в пространстве. На поперечных переборках это будут линии ДП и линии, параллельные ОЛ.

Установку переборки производят после проверки и закрепления днищевых секций. Установку необходимо производить в следующей технологической последовательности:

- на днищевой секции разметить с помощью разметочного инструмента и намелённой нитки место установки переборки;
- по линии разметки приварить ограничительные планки для фиксации нижней кромки переборки;
- приварить рымы для раскрепления переборки;
- опустить переборку краном по линии разметки, вставляя нижнюю кромку между направляющими планками и совмещая линии ДП на переборке и днищевой секции;
- удерживая краном, переборку раскрепить тягами и талрепами;
- проверить с помощью теодолита правильность установки переборки на вертикальность, крен и высоту.

Для проверки вертикальности по верхней кромке переборки закрепляют рейки, на которых рисками фиксируют заданный от плоскости переборки размер (300 – 400 мм). На таком же расстоянии наносят линию на днище у нижней кромки переборки. Над этой линией центруют теодолит, совмещая с ней ось визирной трубы. Закрепляют теодолит от вращения в горизонтальной плоскости и наводят визирную трубу на риски, отмеченные на рейках. Если риски не совпадают с вертикальной линией перекрестия визирной трубы, то верхнюю кромку переборки перемещают так, чтобы добиться указанного совмещения.

При проверке на крен визирную трубу теодолита наводят на контрольные риски, фиксирующие у бортовых кромок переборки линию, параллельную ОЛ, и добиваются совмещения горизонтальной линии перекрестия с указанными рисками.

Проверку переборки по высоте проводят наведением визирной трубы теодолита на линии, параллельные ОЛ, отмеченные на переборке и на стойке стапеля. Замеряют разницу между этими линиями, определяя, таким образом, стапельный припуск по нижней кромке переборки.

С помощью шаблона производят причерчивание нижней монтажной кромки полотнища и стоек переборки. Переборку снимают с места установки, удаляют припуск газовым резаком и зачищают обрезанные кромки на полотнище и стойках. Переборку устанавливают вновь на место, выравнивают и повторяют указанные выше проверки.

Затем проверяют размер сварочного зазора и окончательно раскрепляют переборку талрепами и стяжками в положении, необходимом для сварки. Закрепляют переборку электроприхватками и срубают фиксирующие планки.

Приварку полотнища переборки и стоек с кницами к днищевой секции производят после установки бортовых секций.

Подготовленную под сварку переборку сдают отделу технического контроля. Качество проделанных работ контролируется следующими допускаемыми отклонениями:

- смещение переборки по длине (совмещение нижней кромки переборки с разметкой, нанесённой на днищевой секции) должно составлять ± 2 мм;
- смещение переборки по полушироте (совмещение линии ДП на переборке с линией ДП на днищевой секции) - ± 3 мм;
- отклонение по высоте (совмещение линии параллельной ОЛ на переборке с такой же линией на стапеле) - ± 5 мм;
- по крену (горизонтальность контрольной линии, параллельной ОЛ) - 3 мм на всю ширину переборки;
- на вертикальность (совмещение контрольных линий на рейках у верхней кромки переборки и у основания на днищевой секции) - ± 2 мм на 1 м высоты переборки, но не более 15 мм на всю высоту;
- прямолинейность стоек переборки - 8 мм на 1 м.

После проведения контрольных проверок и устранения обнаруженных дефектов на стапель подаются бортовые секции данного района и производится их установка.

Общие указания

Настоящее пособие разработано с целью оказания помощи студентам при выполнении практических работ по технологии судоремонта

Программа модуля предусматривает изучение технологических процессов по заготовке деталей и изготовлению из них корпусных конструкций, а также судна в целом. Это требует не только изучения теоретического материала программы, но и умения применять полученные знания на практике для освоения профессиональных компетенций. Представленные в пособии практические работы направлены на выработку умений по:

- выявлению дефектов на конструкции, разработке технологических процессов на изготовление заменяющих деталей, сборку и сварку узлов, секций
- подборку оборудования и технологической оснастки для выполнения ремонтных операций;
- разработку технологических требований к изготовлению деталей, узлов, секций,

Так как обводы корпуса корабля не поддаются геометрическим измерениям и работа по чертежам может привести к недопустимым погрешностям программой предусмотрено изучение плазовых работ, методы которых направлены на получение уточнённых размеров деталей корпуса. В разделе предусматривается одна практическая работа

Практическая работа

Технологических процессов по выполнению ремонтных работ

Исходные данные

Фрагмент чертежа конструкции корпуса судна (по вариантам заданий)

Цель работы

Разработать технологические процессы на ремонт указанных в задании элементов корпуса

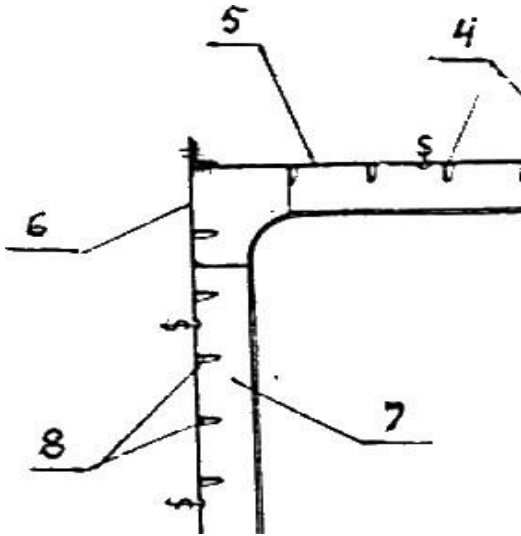
Последовательность выполнения работы

- разобрать чертёж
- определить степень дефекта, выбрать вариант его исправления
- указать последовательность выполнения техпроцессов на ремонтные работы
- применяемое оборудование и техника выполнения работ

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ

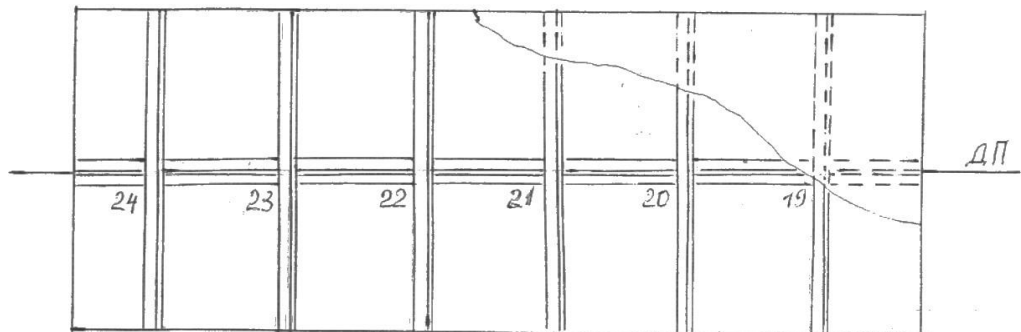
Вариант 1

Произвести замену бимсовой кницы



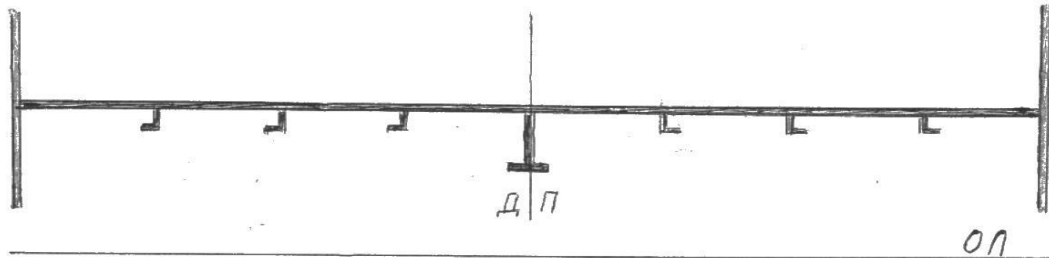
Вариант 2

Произвести замену бимса на 22 шп.



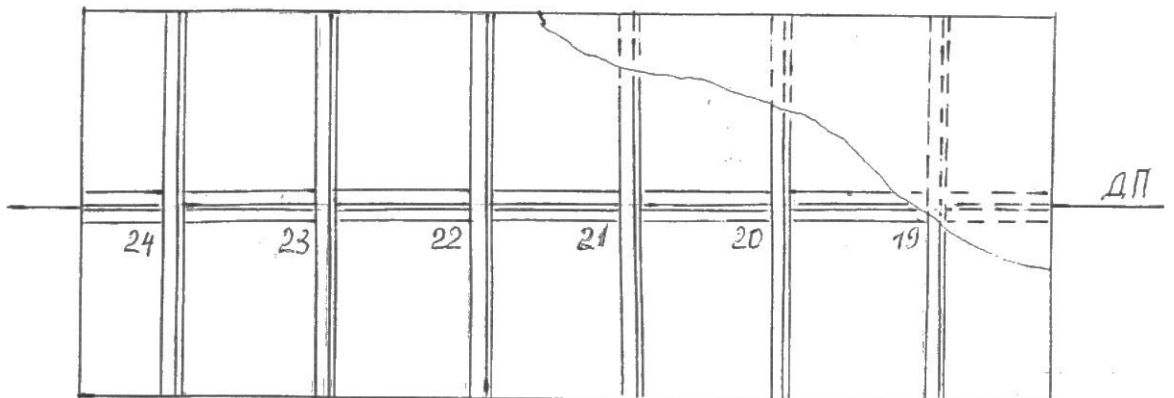
Вариант 3

Произвести правку карлингса



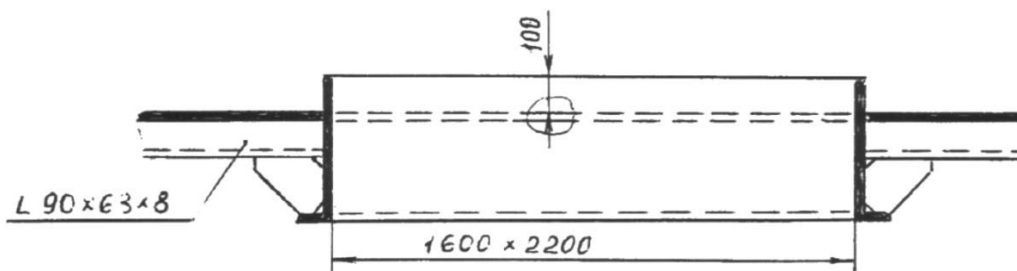
Вариант 4

Произвести замену настила палубы в районе 19-22 шп.



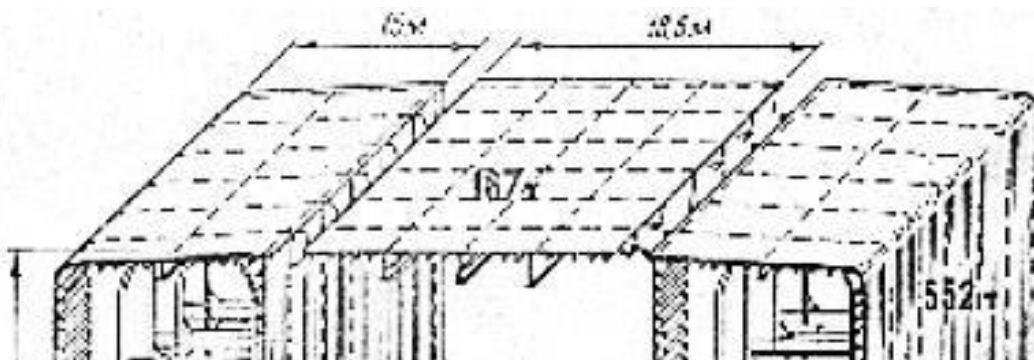
Вариант 5

Произвести установку комингса люка



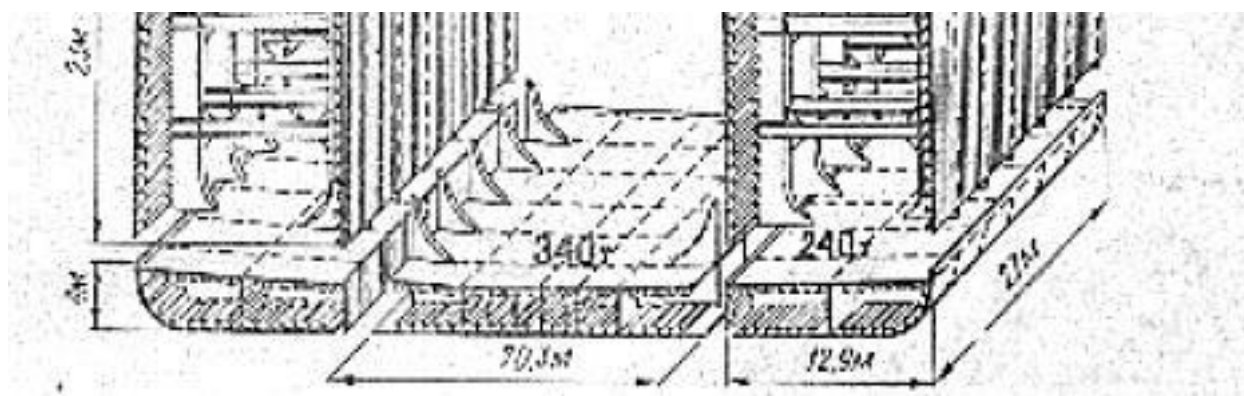
Вариант 6

Произвести ремонт центральной палубной секции (бухтина)



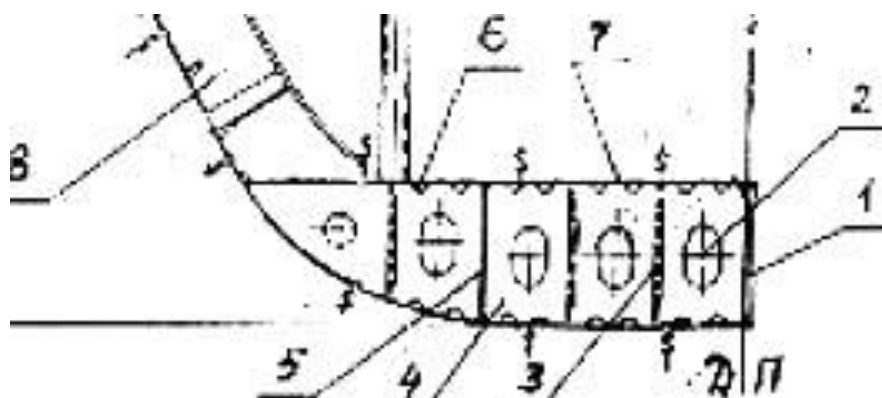
Вариант 7

Произвести ремонт бортовой днищевой секции (вмятина на вторь дне)



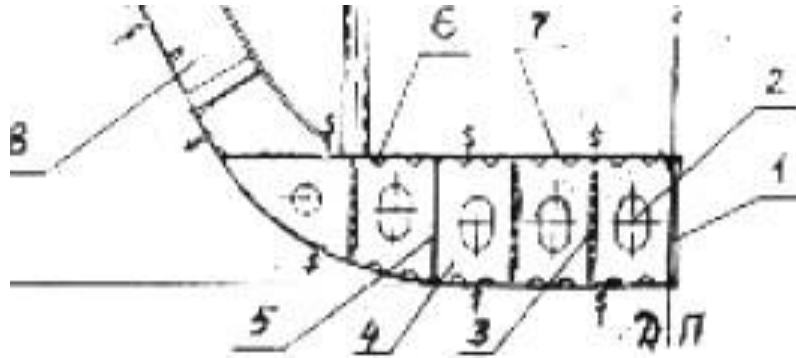
Вариант 8

Произвести правку флора



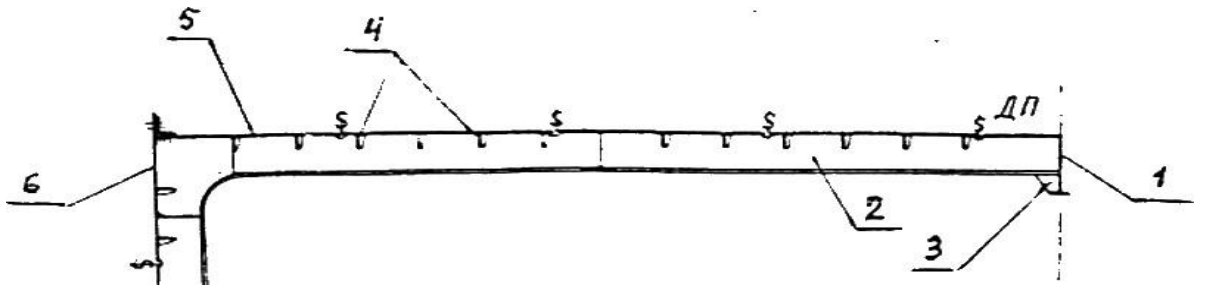
Вариант 9

Произвести замену флора



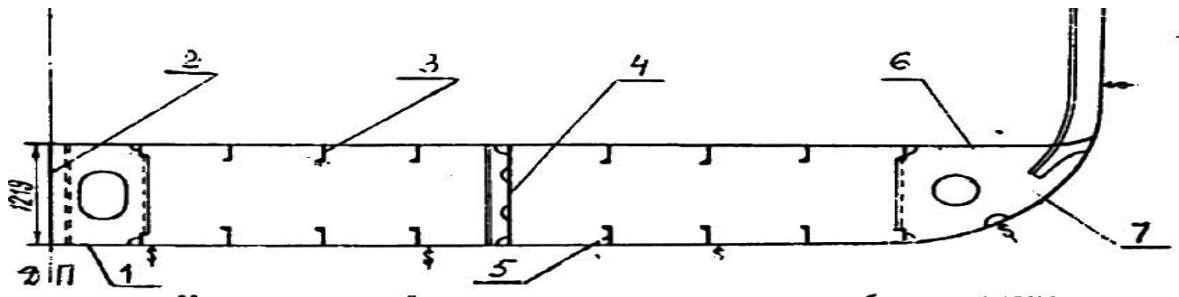
Вариант 10

Произвести замену рамного бимса



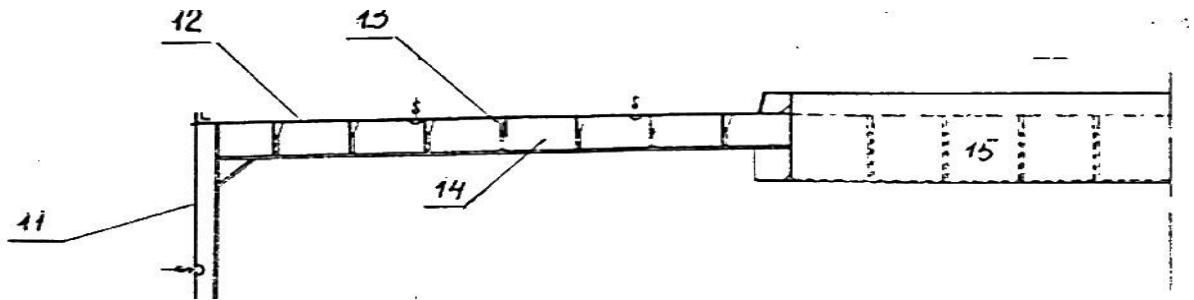
Вариант 11

Произвести ремонт бракет флора



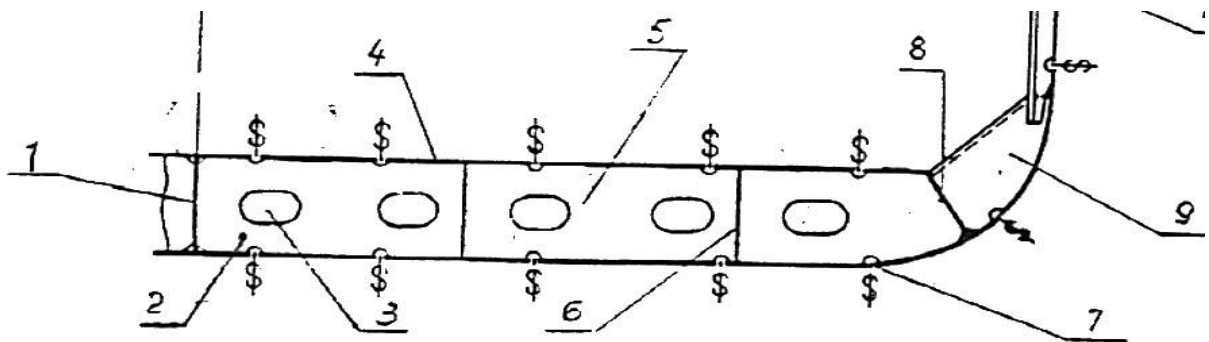
Вариант 12

Произвести замену ширсрека



Вариант 13

Произвести замену скуловой кницы



Вариант 14

Произвести замену ремонт палубного стрингера (пробоина)

