

Министерство образования и науки Украины
Севастопольский национальный технический университет

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторных работ № 1-3 по дисциплине
"Надежность и ремонтпригодность в судостроении"
для студентов специальности 7.100201
"Корабли и океанотехника"
всех форм обучения

Севастополь
2005



УДК 629

Методические указания к выполнению лабораторных работ № 1-3 по дисциплине "Надежность и ремонтпригодность в судостроении"/Сост. В.С. Игнатович, М.Г. Балашов. Севастополь: Изд-во СевНТУ. 2005.–24 с.

Целью настоящих методических указаний является оказание методической помощи студентам всех форм обучения специальности 7.100.201 "Корабли и океанотехника" при выполнении лабораторных работ по дисциплине "Надежность и ремонтпригодность в судостроении"

Методические указания утверждены на заседании кафедры Океанотехники и кораблестроения. Протокол № 2 от 6.01.2005г.

Допущено учебно-методическим центром СевНТУ в качестве методических указаний.

Рецензент: д-р.техн.наук, профессор Раков А.И.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барабанов Н.В. Конструкция морских судов/Н.В. Барабанов. – Л.: Судостроение, 1981. – 259 с.
2. Телянер Б.Е. Технология ремонта корпуса судна / Б.Е. Телянер, Г.П. Турмов, Г.Н. Финкель. – Л.: Судостроение, 1984. – 288 с.
3. Никонов С.Н. Судовая разметка/ С.Н.Никонов, В.П.Панкратов. – Л.: Судостроение, 1982. – 336 с.
4. Инструменты и приспособления для плазовых работ, обработки и сборки судокорпусных конструкций. ОСТ 5.9716-78 – Л.: ЦНИИТС, 1978. – 98 с.
5. Правила классификации и постройки морских судов Российского морского Регистра судоходства. – СПб.: Транспорт, 2003. – 350с.



мых конструкций, порядок выполнения замеров и их значения, вычисление средних значений обшивки с учетом износа, чертеж растяжки наружной обшивки с указанием мест дефектов и повреждений, и заменяемых листов.

3.4. Контрольные вопросы

- 1) Укажите основные причины износа обшивки.
- 2) Укажите основные виды повреждения сварных швов.
- 3) Дайте определение основных видов повреждений конструкций: трещин, бухтин, вмятин и гофрировки.
- 4) Назовите основные измерительные приборы для замера износа обшивки и повреждения судовых конструкций.
- 5) Назовите порядок проведения замеров повреждения конструкций.
- 6) Что такое блок-модель корпуса судна и ее назначение.
- 7) Дайте описание чертежа растяжки наружной обшивки и укажите его назначение.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Лабораторная работа № 1.....	5
1.1. Теоретический раздел.....	5
1.2. Определение напряжений в районе жесткой точки первого рода	6
1.3. Определение напряжений в районе жесткой точки второго рода	8
1.4. Отчет по лабораторной работе	9
1.5. Контрольные вопросы	9
2. Лабораторная работа № 2.....	10
2.1. Теоретический раздел.....	10
2.2. Обмер корпуса с применением простейшего измерительного инструмента	10
2.3. Обмер корпуса с применением оптического прибора	13
2.4. Контрольные вопросы	17
3. Лабораторная работа № 3.....	18
3.1. Теоретический раздел.....	18
3.2. Индивидуальное расчетно-графическое задание	21
3.3. Контрольные вопросы	22
Библиографический список	23



ВВЕДЕНИЕ

Методические указания составлены для выполнения лабораторных работ в соответствии с учебной программой по дисциплине "Надежность и ремонтпригодность в судостроении". В настоящих работах охвачены вопросы определения напряжений в жестких точках первого и второго рода и экспериментальные определения плазовых данных для ремонта судов.

штангенциркулями. Погрешность измерения не должна быть ниже ± 2 мм при измерении стрелок прогиба и $\pm 0,1$ м при оценке протяженности вмятин. При дефектации и ремонте корпусных конструкций оценка технического состояния устанавливается сравнением фактических значений нормируемых параметров с нормативами регулируемые Правилами [5].

Статистически наиболее часто встречаемым видом повреждения являются вмятины, которые распределены по длине корпуса в зависимости от действующих нагрузок. Повторяемость смены обшивки и набора можно отобразить на растяжке обшивки.

Растяжка наружной обшивки представляет собой условный чертеж, показывающий расположение стыков и пазов листов наружной обшивки и их положение относительно продольных и поперечных связей. При построении растяжки на каждом практическом шпангоуте откладывают последовательно расстояния от вертикального киля до соответствующего паза или продольной связи. Эти данные снимаются с деревянной блок – модели судна, выполненной в масштабе 1:100 или 1:50. Полученные точки соединяют кривыми. Форма листов на растяжке получается условной. Затем наносят стыки, шпангоуты, поперечные переборки. Место, где два листа переходят в один называется потерем.

3.2. Индивидуальное расчетно-графическое задание

- 1) Изучить принцип действия измерительных приборов и изобразить схему их устройства.
- 2) Выполнить схему измеряемых элементов конструкции.
- 3) Выполнить замеры толщины элементов обшивки и вычислить среднее значение толщины с учетом износа.
- 4) Выполнить замеры стрелок прогиба элементов конструкции: бухтин, вмятин и сравнить с допускаемыми значениями.
- 5) Изучить деревянные блок-модели корпусов судов, выполнить их схемы.
- 6) Вычертить чертеж растяжки наружной обшивки с указанием на ней стыков и пазов листов, положение палуб, настил второго дна, переборок, шпангоутов и набора.
- 7) Исходя из статистических данных показать на растяжке наружной обшивки листы в районе расположения дефектов и повреждений, требующие замены при ремонте.

3.3. Содержание отчета

Отчет должен содержать описание и схемы приборов и измеря-



$$S_{1j} = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{n} - \text{средняя остаточная толщина при общем износе}$$

одного j -го листа, м;

S_i – измеренная остаточная толщина в точке i , м;

n – количество выбранных точек для определения S_j .

Средняя остаточная толщина в районе местного износа определяется в зависимости от его вида

$$\beta = \frac{F_1}{F_0}, \quad (3.5)$$

где F_1 – площадь ячейки листа, охваченная износом пятнами, определяется глазомерно либо с помощью приспособлений;

$F_0 = a \cdot c$ – площадь рассматриваемой ячейки;

a, c – расстояния между балками набора, м.

Средняя остаточная толщина, м, элементов набора (стенки, полки) при общем износе S_1 в пределах судового перекрытия

$$S_1 = \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}; \quad (3.6)$$

где S_j – остаточная толщина в j -ой точке, м;

n – количество выбранных точек.

При обмере вмятин корпусных конструкций определяются параметры: t – максимальная стрелка прогиба балки в районе вмятины; l – длина вмятины вдоль данной балки; c – отстояние точки максимума стрелки прогиба балки от ближайшей недеформированной опоры; f_{300} – стрелка прогиба на базе 300мм (0,3м) в районе максимального прогиба балки.

Обмеряя бухтины, определяют максимальную стрелку прогиба обшивки между набором в районе бухтины и максимальную протяженность бухтины. Для обмера остаточных деформаций корпусных конструкций применяются приборы с индикаторами часового типа или

1. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ В ПЛАСТИНЕ В РАЙОНЕ ЖЕСТКИХ ТОЧЕК

Цель работы

Исследовать напряженное состояние узлов с жесткими точками первого и второго рода и наметить пути снижения концентрации в районе жестких точек.

1.1. Теоретический раздел

Жесткой точкой называется часть листовой конструкции, в которой податливость значительно отличается от соседних участков. В силу этого обстоятельства напряженное состояние всего узла характеризуется резко выраженной неравномерностью деформаций, что может привести к возникновению трещин [1].

Различаются два вида жестких точек – 1-го рода, при окончании ребра жесткости или кницы посередине поля пластины (рисунок 1.1); второго рода, образуемые пересечением трех взаимно перпендикулярных листовых конструкций (две взаимно перпендикулярных переборки с палубой) (рисунок 1.2).

Для подобных узлов нет типовых расчетных схем, поэтому при конструировании возможны ошибки при разработке чертежей.

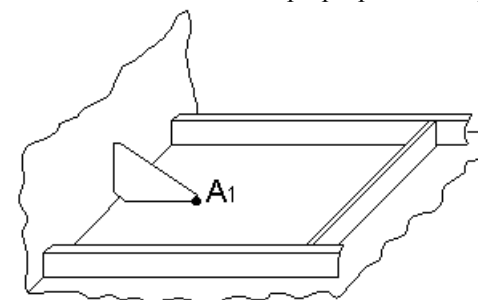


Рисунок 1.1 – Жесткая точка первого рода

Испытания образцов, содержащих жесткие точки первого и второго рода, выполняются на установке, включающей вертикальные стойки, верхнюю неподвижную балку и нижнюю, подвижную раму, а также приборы для определения с помощью тензодатчиков деформаций (напряжений) в пластине.

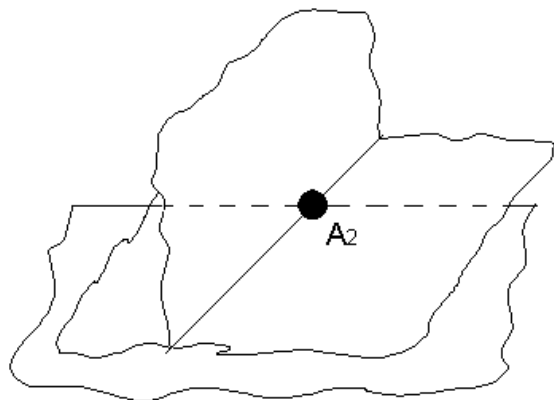


Рисунок 1.2 – Жесткая точка второго рода

1.2. Определение напряжений в районе жесткой точки первого рода

Образец, моделирующий конструкцию с жесткой точкой первого рода (рисунок 1.1), представляет собой пластину из алюминиевого сплава АМг-5, подкрепленную по контуру ребрами жесткости из угольника. Перпендикулярно длинной стороне к пластине приварена кница, заканчивающаяся в середине пластины. Через двухплечий Т-образный рычаг, закрепленный в плоскости кницы, пластина в точке A_1 , может загружаться сжимающими и отрывающими усилиями. Для определения характера изменения напряжений в районе жесткой точки на поверхности пластины наклеены два параллельных плоскости кницы ряда тензодатчиков, один непосредственно у кницы, другой – на расстоянии 80-100 мм.

С помощью двух пар болтов образец крепится к вертикальным стойкам установки.

1.2.1 Экспериментально-расчетное задание

При испытании последовательно с помощью грузов массой от 5 до 50 кг, навешенных на концы двухплечевого рычага, создают сжимающие и отрывающие усилия P_1 в точке A_1 (на конце кницы).

Вычисленные значения этих усилий следует включить в таблицу 1.1.

где M – масса образца, г;

ρ – плотность металла корпуса, $\frac{г}{мм^3}$;

S – площадь планки образца, $мм^2$.

В последнее время на судостроительных заводах применяются для замера остаточных толщин ультразвуковые толщинометры с цифровой индикацией с погрешностью $\pm 0,15$ мм при необходимой подготовке поверхности на участках 200x200 мм. Глубину язвин определяют с помощью глубиномера или других приспособлений.

Среднее отношение ΔS элементов вычисляют как разность между проектной или нормируемой толщинами S_H элемента связи и средней остаточной толщиной S_2 :

$$\Delta S = S_H - S_2$$

Тогда износ, %, элемента связи корпуса:

$$W_{эл} = \left(\frac{\Delta S}{S_H} \right) \cdot 100 \% ; \quad (3.2)$$

а износ группы связей:

$$W_{гп} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{эл} \cdot b_{эл}}{\sum_{i=1}^n b_{эл}}, \quad (3.3)$$

где $b_{эл}$ – ширина элемента связи, м;

n – число элементов в группе связей.

Средняя остаточная толщина, м, однородных листов при общем износе определяется по формуле 3.4

$$S_2 = \frac{\sum_{j=1}^n S_{1j} \cdot b_j}{\sum_{j=1}^n b_j}; \quad (3.4)$$

где m – количество однородных листов в рассматриваемом в поперечном сечении блок-модуля; b_j – ширина j -го листа, м;

3. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА В ПЕРИОД ПОДГОТОВКИ К РЕМОНТУ

Цель работы: изучить и экспериментально освоить методы замера величин износа обшивки, бухтин и вмятин конструкции корпуса судна.

3.1. Теоретический раздел

В процессе эксплуатации, корпус подвергается действию различных внешних нагрузок, в результате которых корпусные конструкции подвержены износу в виде коррозии, получают остаточные деформации и трещины. При нормировании остаточных деформаций корпуса различают их три вида: вмятины, бухтины и гофры.

Вмятина – это остаточная деформация перекрытия, то есть обшивки или настила, подкрепленных набором. Критерием при решении об оставлении вмятины является стрелка прогиба в функции от длины вмятины вдоль балки и ее высоты.

Бухтина – это остаточный прогиб листа обшивки, настила палубы, полотнища перекрытия между смежными балками без деформации балок. Критерием допустимости бухтины служит максимальная стрелка прогиба в функции от максимальной протяженности балки.

Гофры – это остаточные прогибы листов между несколькими смежными балками набора, не имеющих прогиба на длине более двух шпаций. Критерий ремонта – стрелка прогиба в функции от шпации.

В результате дефектации устанавливается техническое состояние корпуса и окончательно устанавливается необходимый объем и характер ремонтных работ. Дефектация корпусной конструкции заключается в ее осмотре с целью обнаружения мест коррозионного износа, трещин и остаточных деформаций, в выполнении необходимых замеров и сравнения с допустимыми значениями.

Особое значение уделяется дефектации корродированных сварных швов.

В качестве приближенного метода определения износа связей используется приближенный весовой метод, при котором из выбранных элементов вырезают квадратные образцы размером 200х200 мм, которые после тщательной очистки взвешивают с погрешностью $\pm 3г$, и рассчитывают среднюю остаточную толщину

$$t_{cp} = \frac{M}{(\rho \cdot S)}, \quad (3.1)$$

Таблица 1.1 – Расчетные значения силы P_1

Нагрузки на рычаге, кН	Сила P_1 , приложенная к пластине	
	При сжатии	При отрыве

Результаты показаний тензостанции заносятся в таблицу 1.2, определяются разности показаний для каждого тензодатчика при полной и нулевой нагрузках. Путем умножения разностей на соответствующий коэффициент получают напряжения в месте установки датчика по формуле

$$\sigma = \varepsilon \cdot E_{AI},$$

где ε – относительная деформация (удлинение);

E_{AI} – модуль нормальной упругости, МПа.

Затем строятся эпюры напряжений в сечениях пластины, перпендикулярных плоскости кницы.

Таблица 1.2 – Показания тензостанции и напряжения в пластине

№ датчика, нагрузка, кН	Сечение кницы			Сечение на расстоянии 80-100 мм от кницы		
	1	2	3	4	5	6
Разность конечного и нулевого показаний						
Напряжение при конечной нагрузке, МПа						

Координаты наклеенных на образец тензодатчиков замеряются по месту и используются при построении эпюр.

1.2.2. Порядок выполнения работы

- 1) Ознакомиться с образцом, выполнить эскизы с указанием размеров и мест наклейки тензодатчиков.
- 2) Ознакомиться с испытательной установкой и заэскизировать конструкцию.
- 3) Закрепить образец на установке, произвести последовательное нагружение. Показания тензостанции по испытаниям образца



занести в таблицу 1.2.

- 4) По данным таблицы 1.2 вычислить напряжения в точках наклейки тензодатчиков и построить эпюры их распределения в сечениях пластины.

1.3. Определение напряжений в районе жесткой точки второго рода

Образец, моделирующий конструкцию с жесткой точкой второго рода (рисунок 1.2), состоит из двух пластин, находящихся во взаимно перпендикулярных плоскостях и стыкующихся друг с другом через горизонтальную пластину. К вертикальным пластинам приварены проушины, одна из которых неподвижно крепится к верхней балке рамы установки, а другая (нижняя) к подвижной раме. Силовое нагружение образца обеспечивается движением вниз подвижной рамы с помощью талрепа. Сила растяжения образца фиксируется динамометром. Образец выполнен из алюминиевого сплава АМг-5.

Для установления характера изменения напряжений в вертикальных листах образца в районе точки A_2 на них наклеены тензодатчики.

1.3.1. Экспериментально-расчетное задание

При испытании последовательно с помощью талрепа создается нагрузка на образец с интервалом в 100 кН от 0 до 400 кН (при большей нагрузке возможно разрушение образца). Результаты показаний тензостанции выписываются в таблицу 1.3. Затем определяется разность показаний для каждого датчика при полной и нулевой нагрузках. Путем умножения полученных разностей на соответствующий коэффициент получают напряжения для каждого тензодатчика, которые используются для построения эпюры напряжений в вертикальных листах образца.

1.3.2. Порядок выполнения работы

- 1) Ознакомиться с образцом, выполнить эскизы с указанием размеров и мест наклейки тензодатчиков.
- 2) Ознакомиться с испытательной установкой и заэскизировать конструкцию.
- 3) Закрепить образец на установке, произвести последовательное нагружение. Показания тензостанции по испытаниям образца занести в таблицу 1.3.
- 4) По данным таблицы 1.3 вычислить напряжения в точках наклейки тензодатчиков и построить эпюры их распределения в сечениях пластины.

ута с ДП и ОП судна:

$$b_{ig} = b_T - y_{ig},$$

$$h_{ig} = \Delta h_T + z_{ig},$$

где b и h – полуширота контрольной точки и её высота над ОП.

2.3.2. Экспериментально – графическое задание

а) Выполнить обмер секции корпуса судна, используя оптический прибор – теодолит в соответствии с рекомендациями раздела 2.3.1 и схемой на рисунке 2.2.

б) Дать описание теодолита и принципа его работы.

в) Вычертить схему обмера корпуса при обмере с помощью теодолита.

г) Описать порядок выполнения замеров контрольных точек для выбранных шпангоутов.

д) Составить таблицу замеров обводов секции борта для контрольных точек трех шпангоутов.

2.4. Контрольные вопросы

- 1) Какие методы используются в судоремонте для обмера обводов корпуса?
- 2) Дайте описание обмеров обводов с помощью прстейшего измерительного и проверочного инструмента.
- 3) Дайте описание обмеров обводов с помощью оптических приборов.
- 4) Дайте описание конструкции и принципа работы теодолита.



Таблица 2.2 – Форма для записи и вычислений при снятии ординат корпуса с помощью оптического прибора

Номер контрольного шпангоута	Шпация	Номер контрольной ватерлинии									
		1		2		3		...		n	
		β°	α°	$y_{,м}$	$z_{,м}$	...	β°	α°	$y_{,м}$	$z_{,м}$	
1											
2											
3											

Примечания:

- 1) Значение шпаций и углы α° записываются в промежутках между строками соседних шпангоутов.
- 2) Вместо координат y и z в таблицу можно вносить значения полуширот контрольных точек b и их высоты h от ОЛ.

Заключительной операцией является расчетное определение координат контрольных точек каждого обмеренного шпангоута в плоской прямоугольной системе: горизонтальная ось – поперечное базовое положение оптической оси теодолита на данном шпангоуте, вертикальная ось – линия пересечения плоскости шпангоута с ПРТ.

Расчеты выполняются по формулам:

$$y_{ig} = a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ig/g+1} \cdot \sin \beta_{ig}$$

$$z_{ig} = a_k \cdot \operatorname{tg} \alpha_{ig/g+1} \cdot \cos \beta_{ig}$$

где y и z – горизонтальная и вертикальная координаты вертикальной точки (i – порядковый номер контрольной точки на рассматриваемом шпангоуте; g – порядковый номер обмеряемого шпангоута);

a_k – контрольная шпация (расстояние между соседними обмеряемыми шпангоутами).

Индекс $ig/g+1$ напоминает, что при замере угла α для i -ой точки g -го шпангоута теодолит находится в плоскости $g+1$ шпангоута.

Координаты контрольных точек могут быть переведены в другую систему, осями которой служат линии пересечения плоскости шпанго-

Таблица 1.3 – Показания тензостанций и напряжения в вертикальных листах образца.

Нагрузка, кН	№ датчика				
	1	2	3	4	5
0					
100					
200					
300					
400					
Разность конечного и нулевого показаний					
Напряжения при конечной нагрузке, МПа					

Примечание – таблица 1.3 заполняется отдельно для каждого вертикального листа

1.4. Отчет по лабораторной работе

Составить отчет, в котором выполнить эскизы испытательной установки и испытываемых образцов с жесткими точками, текстовую часть с описанием порядка проведения испытаний, таблицы с результатами замеров и расчетов напряжений, эпюры напряжений и выводы.

1.5. Контрольные вопросы

- 1) Дать определение жестких точек.
- 2) Привести примеры жестких точек первого и второго рода в судовых конструкциях.
- 3) Опишите порядок определения напряжений в районе жестких точек.
- 4) Опишите характер изменения напряжений в районе жестких точек первого и второго рода.

2. ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАЗОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РЕМОНТА КОРПУСА

2.1. Теоретический раздел

Важным моментом в подготовке ремонта корпуса судна является определение плазовых данных, которые требуются:

- при замене элементов корпуса для изготовления деталей и узлов;
- в случае подкрепления ослабленных конструкций;
- при правке демонтированных конструкций;
- в случае правки демонтированных конструкций по месту.

Плазовые данные в условиях судоремонтного завода могут быть получены:

- из таблиц плазовых ординат;
- с натурного или масштабного теоретического чертежа;
- путем обмеров корпусных конструкций на ремонтируемом судне.
- с применением оптических приборов.

Наибольший практический интерес представляют два последних метода, используемые при отсутствии проектных плазовых данных.

Процесс обмеров включает операции:

- нанесение на стапель-палубе дока следов ДП или батокса судна в районе обмера участка корпуса;
- определение размера контрольных точек на обшивке обмеряемого участка корпуса;
- замеры и регистрация координат контрольных точек.

В качестве оптического прибора при обмере корпуса могут быть использованы теодолиты или нивелиры.

Целью настоящей лабораторной работы является экспериментальное определение размеров точек поверхности корпуса судна с использованием простейшего проверочного и измерительного инструмента, и оптического прибора – с последующим сравнительным анализом результатов [2].

2.2. Обмер корпуса с применением простейшего измерительного инструмента.

В качестве объекта обмера используется секция борта корпуса судна заданной ширины (м) и применяется простейший измерительный инструмент: шланговый ватерпас, отвес, рейки, шергени.

ся места последующих установок прибора, которые должны располагаться в проходящей через место первой установки вертикальной плоскости параллельной ДП судна. Для разметки следа этой плоскости (ПРТ- плоскость расположения теодолита) трубу теодолита поворачивают на угол 90° вокруг вертикальной оси, а затем наклоняя её на разные углы, фиксируют на стапель-палубе несколько точек, принадлежащих оптической оси. Через эти точки пробивают линию следа ПРТ. Определив в зависимости от кривизны обводов необходимое количество контрольных шпангоутов и их шпацию, с помощью рулетки размечают на следе ПРТ точки, лежащие в плоскости контрольных шпангоутов. Эти точки являются местами последующих установок теодолита.

Каждой установке соответствует своё базовое поперечное положение оптической оси прибора.

Перед началом второй операции оценивают кривизну и определяют необходимое количество контрольных точек каждого обмеряемого шпангоута. Затем теодолит устанавливают в плоскости первого шпангоута в базовое положение и поочередно наводят на точки на нижней и верхних границ обмеряемого участка (одна из этих точек была размечена ранее – первая контрольная точка, а вторая размечается после наводки теодолита). Регистрируют углы наклона трубы при наведении на нижнюю β , и верхнюю β_n (n – необходимое количество контрольных точек и порядковый номер верхней точки).

Углы наклона теодолита, соответствующие наведению его оптической оси на промежуточные (i -е) контрольные точки того же шпангоута определяются по формуле:

$$\beta_i = \beta_1 + \frac{\beta_n - \beta_1}{n - 1} \cdot (i - 1),$$

где $i = 2, 3, \dots, n - 1$ – промежуточные контрольные точки.

Трубу теодолита последовательно наклоняют на каждый из углов β_i и на обшивке размечают соответствующие точки. После этого теодолит переставляют в базовое положение в плоскости следующего шпангоута, на которой производят те же замеры. Затем не переставляя теодолит, наводят его трубу поочередно на все контрольные точки ранее обмеренного шпангоута и определяют углы α_i . Результаты замеров заносятся в таблицу 2.2.



В качестве измерительного прибора используется теодолит, устанавливаемый поочередно в плоскости контрольных шпангоутов [3]. Схема использования теодолита для обмера бортовой секции показана на рисунке 2.2.

2.3.1. Порядок выполнения работы

Процесс обмеров включает следующие операции:

- разметку мест установок теодолита и регистрацию базовых положений его оптической оси;
- замеры при каждой установке теодолита углов между базовыми положениями его оптической оси и направлениями на контрольные точки обшивки обмеряемой секции борта;
- вычисление и регистрацию координат контрольных точек.

Первая операция начинается с разметки первой (базовой) контрольной точки, а на стпель-палубе-следа ДП (или батоксе) и перпендикуляра к нему, проходящего через проекцию указанной точки. Работы выполняются по технологии, приведенной в разделе 2.2.

Затем производится первая установка теодолита при соблюдений условий:

- 1) оптическая ось прибора должна находиться на линии пересечения плоскости шпангоута, в котором расположена первая контрольная точка, с плоскостью, параллельной основной плоскости судна (это первое базовое положение оптической оси теодолита).
- 2) удаление теодолита от ДП должно превышать наибольшую полушироту на 3 – 5м.

Для определения возвышения оптической оси теодолита над основной линией (ОЛ) судна Δh_T измеряется рулеткой полуширота установки теодолита b_T , а затем труба теодолита наводится на лежащую в плоскости шпангоута точку ОЛ судна с регистрации угла наклона β_T .

Искомый размер вычисляется по формуле:

$$\Delta h_T = b_T \cdot \operatorname{tg} \beta_T$$

Та же величина может быть определена с помощью рейки. На рейку в начале с помощью шлангового ватерпаса переносится уровень ОЛ, а затем наводится теодолит при горизонтальном положении его оптической оси. Значение Δh_T измеряется на рейке, как расстояние между рисками уровней точек ОЛ и оси теодолита. Далее определяют-

След ДП наносится с использованием точек, размеченных перед постановкой судна в док.

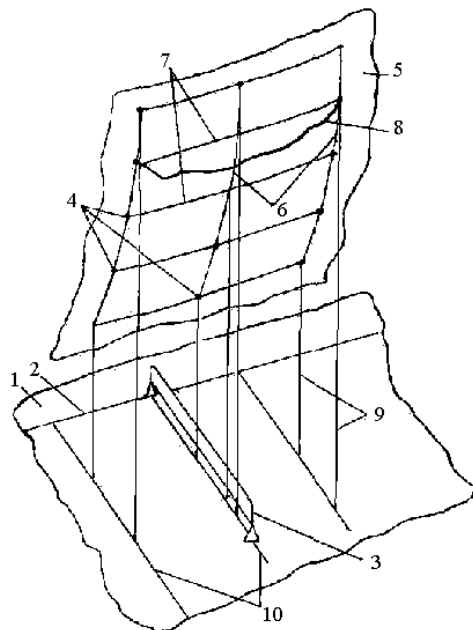
2.2.1. Порядок выполнения работы:

- наносят базовую точку в месте пересечения продольных и поперечных обводов наибольшей кривизны участка обшивки;
- с помощью шлангового ватерпаса по всей длине участка через определенный шаг размечают контрольные точки на той же ватерлинии;
- с помощью отвеса проектируют контрольные точки на стпель-палубу дока и из их проекций восстанавливают перпендикуляр к следу условной ДП;
- на перпендикуляре, соответствующем проекции базовой точки, в зависимости от кривизны шпангоута намечают несколько точек, которые переносят на соответствующий шпангоут в виде контрольных точек;
- с помощью отвеса и шлангового ватерпаса размечают остальные контрольные точки в местах пересечения линий шпангоутов, проходящих через точки первой контрольной ватерлинии, с ватерлиниями, проходящими через контрольные точки обвода первого контрольного шпангоута.

Последняя операция состоит в замерах:

- высоты контрольных ватерлиний (с помощью шлангового ватерпаса и вертикальных реек);
- расстояний между контрольными шпангоутами и шергенями;
- полушироты контрольных точек (с помощью отвеса под корпусом в плоскости шпангоутов).





1 – поверхность дека; 2 – след ДП (батокса); 3 – шергень; 4 – контрольная точка; 5 – бортовая обшивка; 6 – контрольные шпангоуты; 7 – контрольные ватерлинии; 8 – шланговый ватерпас; 9 – отвес; 10 – линии, перпендикулярные к ДП

Рисунок 2.1 – Схема обмеров участка борта с применением шлангового ватерпаса, отвеса, реек, шергения

Результаты замеров заносятся в таблицу 2.1.

2.2.2. Экспериментально-графическое задание

а) Выполнить обмер секции корпуса, используя шланговый ватерпас, рейки, отвес, и шергени в соответствии со схемой, приведенной на рисунке 2.1;

б) Дать описание секции и инструмента;

в) Вычертить схему секции, выполнить разбивку контрольных линий на палубе дека (горизонтальной плоскости пола лаборатории);

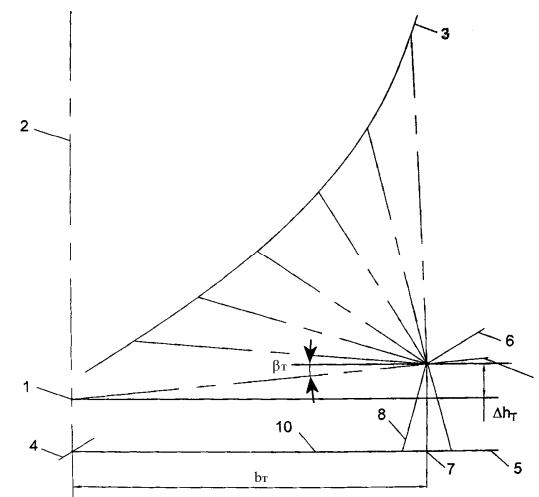
г) Описать и показать схему снятия замеров контрольных точек по горизонту и высоте выбранных шпангоутов;

д) Составить таблицу замеров обводов секции борта по контрольным точкам для трех шпангоутов.

Таблица 2.1 – Форма для фиксации результатов обмера обводов корпуса судна с помощью отвеса и шлангового ватерпаса

Номер кон- трольного шпанго- ута	Расстояние контроль- ных шпан- гоутов от базового, м	Номер контрольной ватерлинии				
		1	2	3	4	...
		Высота контрольной ватерлинии,м				
		Полуширота контрольных точек,м				
1						
2						
3						

2.3. Обмер корпуса с применением оптического прибора



1 – ОЛ судна, 2 – ДП судна, 3 – бортовая обшивка, 4 – след ДП судна, 5 – стапель-палуба дека, 6 – продольное базовое положение оптической оси теодолита, 7 – след плоскости расположения теодолита, 8 – теодолит, 9 – поперечное базовое положение оптической оси теодолита, 10 – перпендикуляр к следу ДП

Рисунок 2.2 – Схема обмера борта с применением теодолита