

Тема 13

Сборка корпуса судна на стапеле.

Практическая работа в составе команды.

Оглавление

1. Стапель	2
1.1 Типы построечных мест	2
1.2 Оборудование построечных мест	3
1.3 Способы формирования корпуса судна на построечном месте	7
2. Подготовка построечного места к закладке судна.....	8
3. Правила сборки конструкций на построечном месте	10
4. Проверочные операции, выполняемые при установке на стапеле различных элементов	12
4.1 Назначение проверочных работ	12
4.2 Проверочный и мерительный инструмент	12
4.3 Проверка положений корпусных конструкций на стапеле	14
4.3.1 Проверка установки днищевых секций.....	14
4.3.2 Проверка положения бортовых секций	17
4.3.3 Проверка положения поперечных переборок	18
4.3.4 Проверка положения палубных секций	21
4.3.5 Проверка положения блоков	23
4.3.6 Проверка положения блоков оконечностей.....	24
4.4 Проверка положения корпуса на стапеле.....	26
4.5 Проверка формы и размеров корпуса судна	26
5. Сборочные операции на стапеле	28
5.1 Установка и сборка днищевых секций	28
5.2 Установка скуловых и бортовых секций.....	30
5.3 Установка и сборка секций переборок.....	30
5.4 Установка секций палуб	31
6. Инструмент, приспособления и средства механизации для сборки секций на стапеле	33
7. Сварка корпуса судна на стапеле.....	35
8. Испытания корпуса на герметичность и непроницаемость	36
Практическая работа в составе команды	37
Контрольные вопросы по теме	38

1. СТАПЕЛЬ

Стапелем, или построечным местом, называют специальным образом подготовленную площадку, на которой осуществляют сборку корпуса из секций или блок-секций, проверку положения и сварку этих конструкций, установку фундаментов и надстроек, испытания корпуса на непроницаемость и герметичность. С построечного места судно спускают на воду. Перечисленные работы составляют корпусостроительное производство. Они занимают 20-30% от общей трудоемкости постройки судна.

1.1 Типы построечных мест

В современном судостроении применяют горизонтальные и наклонные построечные места. Они должны быть прочными и жесткими, способными выдерживать значительные нагрузки. Поэтому построечное место представляет собой монолитную железобетонную плиту, сооружаемую на свайных фундаментах. К горизонтальным построечным местам относят сухие строительные и наливные доки или отдельные горизонтальные открытые или закрытые построечные места; к наклонным – наклонные продольные и поперечные стапели. Построечное место также может быть расположено на слипе. Построечное место с накрывающим его зданием называют эллингом.



Рис. 13.1.Классификация построечных мест.



Рис. 13.2. Строительство корпуса пассажирского судна *Freedom of the Seas* в сухом доке в г.Турку, Финляндия. Источник: <http://dreamdesignscolchester.weebly.com/2/post/2011/12/recognition-from-royal-caribbean-captain.html>

1.2 Оборудование построечных мест

Построечные места оборудуют опорными, а иногда и опорно-транспортными устройствами; кранами для выполнения подъемно-транспортных операций; лесами – наружными и внутренними- для производства работ на высоте; системами энергоснабжения для подачи электроэнергии, сжатого воздуха, кислорода и ацетилена, углекислого газа, воды и пара.



Рис.13.3 Общий вид стапеля в сухом доке В правой части-опорные устройства. Источник http://www.sqmarine.com/files/highlights/big/2012_03_09_13_05_31-Mega Block x sito.jpg

Опорные устройства

Если судно строится на одной позиции, опорные устройства состоят из кильблоков, клеток, подставов и упоров. На наклонном продольном стапеле, кроме того, применяют строительные стрелы, препятствующие смещению судна.



Рис. 13.4 Типы опорных устройств.

Кильблоки должны воспринимать массу всего судна. Кильблок состоит из стальных сварных тумб, поверх которых находится основная прокладка, деревянные клинья и основная подушка. Применяют также кильблоки с быстросборным элементом, он состоит из двух стальных клиновидных призм, соединенных между собой тягой из стальных угольников. Тяга стопорится самотормозящимся стальным клином. Для отдачи кильблока клин выбивают. На наклонном продольном стапеле используют также кильблоки с гидравлическим домкратом.

Деревянные кильблоки представляют собой просто набор коротких сосновых брусков с клиньями. Высоту кильблока в ходе постройки регулируют ручной подклинкой. Кильблоки располагают в диаметральной плоскости судна под флорами и поперечными переборками.



Рис.13.5 Пассажирское судно Zaandam в сухом доке. В нижней части фото отчетливо видны кильблоки. Источник: <http://gcaptain.com/ship-photo-holland-america/>



Рис.13.6 Металлические кильблоки.

Клетки обеспечивают устойчивость судна на построечном месте и разносят сосредоточенные нагрузки от массы грузов, например главных механизмов или воды (при испытаниях отсеков), но отличаются от кильблоков большими размерами в плане. Клетки располагают, как правило, под поперечными переборками.

Подставы и упоры также разносят массу судна на большую площадь основания построечного места. Кроме того, их используют для выравнивания днищевых секций в процессе их установки. Стальные подставы представляют собой трубчатый винтовой домкрат или имеют телескопическую конструкцию. Упоры – это просто сосновые брусья, поставленные стоймя.

Опорно-транспортные устройства служат как для постройки так и для перемещения судов с одной позиции на другую. Опорно-транспортный комплект состоит из стальных балок, при передвижке судна на центрирующие (транспортные) опоры и судовозные тележки. Судовозные тележки снабжены гидравлическими домкратами, служащими для пересадки судна со ступеней на тележки и с тележек на ступень.

Для перемещения целого судна отдельные тележки соединяют жесткими связями в судовозный поезд. Несамходные поезда тянутся лебедками с помощью тросов. Самходные перемещаются несколькими входящими в состав поезда самходными тележками с электродвигателями.

Леса

Чтобы обеспечить выполнение работ на высоте, построечные места оснащают наружными и внутренними лесами- это настилы (преимущественно деревянные), устанавливаемые в несколько ярусов по периметру строящегося судна. На построечных местах применяют наружные, а в отсеках судна – внутренние леса. Конструкции лесов весьма разнообразны.

Наружные сплошные леса составляют из металлических стоек (чаще всего трубчатых), щитовых, деревянных настилов, лееров, переносных башен с трапами и поярусными площадками и переходных мостиков между ними. Для крупных судов в состав лесов входят грузовые и пассажирские электрические лифты и эскалаторы. Во многих случаях вместо сплошных наружных лесов используют подвесные люльки или передвижные леса-башни, устанавливаемые только в районе выполнения работ.

Краны

Для выполнения подъемно –транспортных операций построечные места оснащают козловыми, башенными и порталными кранами. Подробно типы применяемых в судостроении кранов рассмотрены в теме 5 настоящего курса.

1.3 Способы формирования корпуса судна на построечном месте

При современном способе производства сборка и сварка корпуса на построечном месте может осуществляться при неизменном положении корпуса судна или с передвижкой частей корпуса по нескольким позициям в процессе его формирования.

В первом случае корпус судна, начиная от установки закладной днищевой секции и до спуска судна на воду, формируют на одном построечном месте. Подобная организация работ типична для сборки корпусов крупных судов, а также для сборки корпуса единичных судов или судов, строящихся на судоремонтных предприятиях в малом количестве (2—4 судна в год).

Второй случай — с передвижкой по нескольким позициям — более типичен для серийной постройки малых и средних судов на стапелях. Постройка судов с передвижкой может быть поточно-позиционной и конвейерной.

Постройка судна на стапеле из плоскостных и объемных секций включает комплекс установочно-проверочных работ.

установочные работы-операции по раскреплению и перемещению секций

проверочные работы-операции по проверке положения конструкции.

2. ПОДГОТОВКА ПОСТРОЕЧНОГО МЕСТА К ЗАКЛАДКЕ СУДНА

Закладкой судна называют установку и закрепление на построечном месте по заранее нанесенным базовым линиям закладной корпусной конструкции (чаще всего днищевой секции) с которой начинают формирование корпуса.

Для сборки корпуса судна стапель оборудуют грузоподъемными кранами и опорными устройствами: набор кильблоков устанавливают по форме килевой линии судна; одновременно подготавливают упоры, подставы, талрепы, тяги и другие приспособления для раскрепления секций на стапеле и подтягивания их друг к другу.

Наиболее распространенным способом строительства корпуса морских судов в современном судостроении является секционный способ, который и будет рассмотрен в данной теме в качестве базового для изучения.

До установки закладной секции производят:

- разбивку (расчерчивание) построечного места — нанесение следа ДП и батоксов (по плазу), построение перпендикуляров к ДП, нанесение горизонтальной базовой линии;
- расстановку элементов опорных устройств (кильблоков, клеток, подстав) по данным разметки с плаза и проверку их по высоте и на горизонтальность.

Разбивка построечного места и проверка положения опорных устройств входит в состав так называемых проверочных работ.

К другим проверочным работам относят:

- определение положения отдельных конструкций (секций, блоков и др.);
- проверку положения в пространстве всего корпуса судна при постройке,
- контроль его обводов и главных размерений.

Для разметки и нанесения на стапеле базовых линий стапель оснащают закладными планками, реперами-стойками с подпружиненным штоком и бортовыми стойками

Наиболее проста разметка и проверка стапельного места с помощью рулетки и метра, отвеса и водяных уровней, однако такой способ допускается только при постройке малых судов.

Разметка стапеля для постройки крупных судов предполагает использование оптических приборов, имеющих высокую точность измерений.

Для нанесения базовой основной линии при постройке крупных и средних судов пробивают так называемую световую линию. Обычно световую линию располагают на расстоянии 750-1000 мм от ДП судна на высоте 1000-1200 мм от основания

построечного места. Для пробивки световой линии вдоль него устанавливают стойки, обычно изготовленные из швеллера, на расстоянии 15-20 м друг от друга.

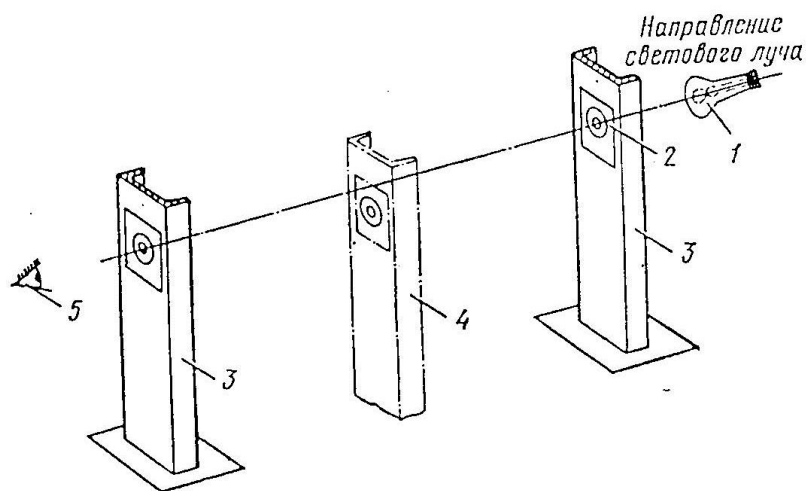


Рис. 13.7. Пробивка базовой линии на стапеле с помощью светового луча. Источник (4). 1-источник света, 2-планка с отверстием 0,8-1,5 мм, 3-крайние стойки, 4 –устанавливаемая стойка, 5-глаз наблюдателя

Процесс пробивки световой линии заключается в наведении отверстий мишенек промежуточных стоек на световой луч, проходящий через отверстия крайних мишенек.

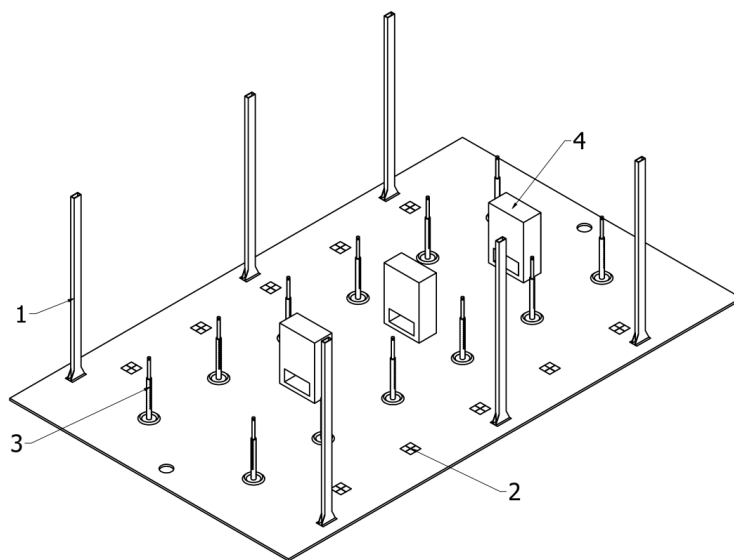


Рис.13.8 Схема размеченного стапельного места . Рисунок автора. 1-бортовые стойки, 2-закладные планки, 3-реперы, 4-кильблоки.

После нанесения базовых линий устанавливают кильблоки и клетки согласно данным чертежа закладки. При этом особое внимание обращают на точность положения верхней кромки кильблоков по высоте. При подготовке построечного места к закладке судна устанавливают леса проверяют исправность трубопроводов, электрических сетей и т.п.

3. ПРАВИЛА СБОРКИ КОНСТРУКЦИЙ НА ПОСТРОЕЧНОМ МЕСТЕ

Работы по формированию корпуса

При формировании корпуса соответствующую секцию или блок секции подают на построечное место, ориентируют по разметке на опорных устройствах или по ранее установленным (базовым) конструкциям, а затем скрепляют прихватками для последующей сварки.

Последовательность работ при установке секций на построечном месте, а также других основных конструкций корпуса, если они уже оконтурованы и не имеют припусков, следующая:

Установка опорных устройств, проверка их расположения, нанесение контрольных линий, установка направляющих планок для фиксации положений и рымов для раскрепления секций оттяжками; погрузка секций краном, грубое наведение по контрольным линиям и временное раскрепление ее упорами и растяжками; подвижка секций до полного совпадения с теоретически заданным положением; окончательная проверка положения; закрепление этого положения упорами, оттяжками (тягами) и частично прихватками.

Совмещение кромок стыковых соединений с обеспечением зазора, требуемого под сварку (всю эту операцию иногда называют стыкованием); одновременно устраняют зазоры в тавровых соединениях обшивки со смежными конструкциями – выполняют стягивание сопряжений; стыкование концов балок набора или притыкание концов этих балок к листам при тавровом соединении; сдачу соединений под сварку.

Затем выполняют сварку всех собранных соединений. Одновременно со сварочными работами производят установку различных фундаментов, крепление изоляции, деталей устройств и элементов доизляционного начыщения.

Перечисленные работы по назначению, способам выполнения и применяемому инструменту, оснастке и оборудованию разделяют на

- сборочные,
- проверочные,
- сварочные
- работы по испытанию непроницаемости и герметичности.

Наибольшую трудоемкость (п 35-40% от общей) составляют сборочные и сварочные работы.

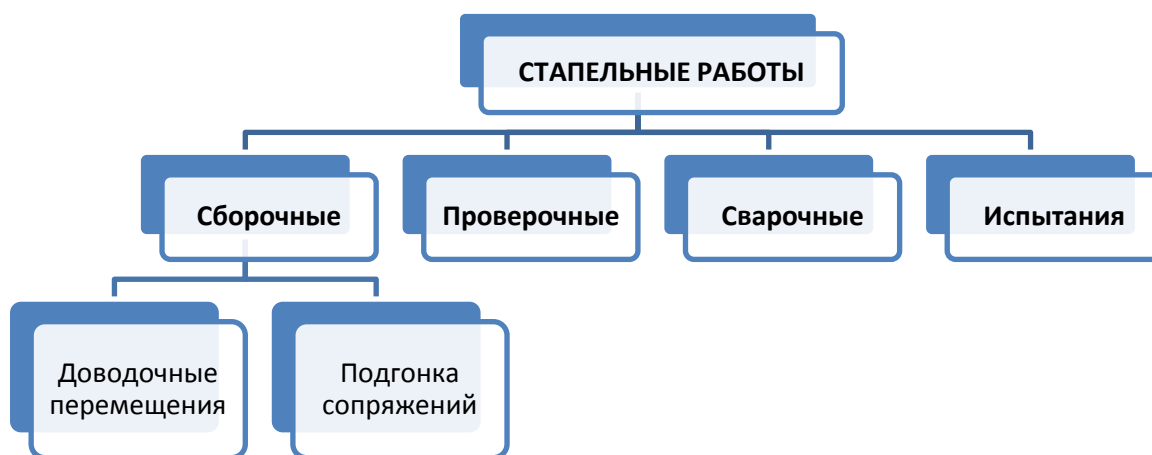


Рис 13.9 Классификация стапельных работ.

Сборочные работы включают две основные операции:

- доводочное перемещение;**
- подгонку сопряжений устанавливаемых секций.**

Операция **доводочного перемещения** включает подбор, установку и удаление оснастки и приспособлений для перемещения, прижима и закрепления секций, контроль положения и отрезку припусков (если секция не оконтурована). Операцию **подгонки кромок**, т.е. стыкования или примыкания сопряжений, выполняют с помощью средств малой механизации.

При сборке корпуса производят также подгонку и обжатие концов балок встык с концами других профилей или же впритык с пересекающимися их поперечными элементами секций.

Проверочные работы заключаются в разметке базовых, осевых, эксплуатационных, контрольных линий и проверке размеров, формы и пространственного положения отдельных частей и всего корпуса судна в процессе изготовления и монтажа.

Проверку построечного места и всех устанавливаемых конструкций, как правило, производят с помощью оптических приборов – теодолитов или специально разработанных для судостроения стапельных визиров.

Для определения положения контрукции обычно назначают шесть опорных точек (три базовые и три контрольные), наносимых на самой конструкции.

Проверка положения всех конструкций при сборке корпуса на построечном месте основывается на сравнении фактических и теоретических (плазовых) расстояний контрольных линий от соответствующих базовых или на совмещении.

4. ПРОВЕРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПРИ УСТАНОВКЕ НА СТАПЕЛЕ РАЗЛИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

4.1 Назначение проверочных работ

Основным назначением **проверочных работ** является обеспечение необходимой точности выполнения судосборочных работ, заключающихся в том, чтобы фактические размеры и форма собираемых узлов, секций блоков и всего корпуса судна, как можно более точно совпадали с плазовыми и чертежными данными.

Для этого в различных стадиях постройки на стапеле и на плаву производят регулярную проверку формы и размеров узлов, секций, блоков и корпуса судна.

Проверочные работы производят на основании рабочих чертежей конструкций корпуса, а также по шаблонам, эскизам, каркасам, рейкам, содержащим плазовые данные.

Допускаемые отклонения фактических размеров и форм, установленные в процессе проверки, от чертежных или плазовых данных указаны в отраслевых стандартах на проверочные работы и построечных чертежах.

Для сложных секций и блоков составляют паспорт, в котором фиксируют фактические размеры и формы проверяемых конструкций (проверочный журнал).

4.2 Проверочный и мерительный инструмент

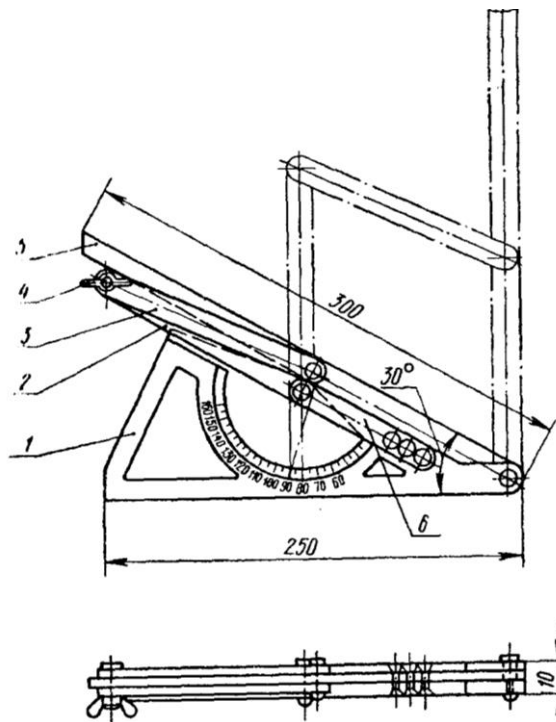
Проверочные работы выполняют при помощи проверочного и мерительного инструмента и приспособлений (подробно см. тему 7 настоящего курса).

К ним относятся:

- измерительные металлические рулетки (стальные простые);
- складные металлические метры для измерения длин до 1 м;
- измерительные металлические линейки для измерения небольших длин (измерение длины большими линейками не рекомендуется),
- щупы (пластины, ступенчатые и клиновидные),
- штангенциркули,
- бухтиномеры;
- транспортиры,
- угломеры для контроля углов разделки кромок под сварку;

- малочники,

Рис.13.10 Схема стандартного малочника. 1-корпус, 2-стрела, 3-планка, 4-гайка, 5, 6-планка. Источник (4)



- квадрант-угломер, который соединяет в себе конструктивно угломер с уровнем (квадрант-угломер и уровень с микрометрической подачей применяется для измерения углов наклона плоскости поверхности и установки конструкций под заданным углом к горизонту с достаточной точностью);

- проверочный инструмент и приспособления: отвесы (шнуровые), шланговые уровни, уровни рамные и брусковые и строительные уровни, уклонная доска для проверки угла наклона, кронштейн для натягивания струны;
- оптические приборы: теодолит (используется при построении прямых линий в пространстве, горизонтальных и вертикальных плоскостей и углов), нивелир (применяется при построении горизонтальных линий и плоскостей).

Рис.13.10 Схема стандартного малочника. 1-корпус, 2-стрела, 3-планка, 4-гайка, 5, 6-планка. Источник (4)

В настоящее время проверочные работы в цехе, на стапеле, на плаву и в доке выполняют при помощи простейших мерительных и контрольных инструментов. Более прогрессивным и дающим повышение точности проверочных работ является применение оптических приборов. При этом значительно возрастает и производительность труда. В ряде случаев применение оптических приборов позволяет совместить несколько проверочных операций, например, одновременно производить проверку положения секции по высоте и крену, по длине и дифференту и т. п. Поэтому одним из направлений совершенствования проверочных работ является разработка и внедрение оптических приборов.

Оптические приборы применяют: для разбивки стапеля перед закладкой корпуса, для замера общих деформаций корпуса, для замеров обводов корпуса на стапеле и в доке и других. В последнее время начинают применять оптические приборы и для контуровки монтажных стыков блоков, проверки установки секций на стапеле, нанесения ватерлиний и марок углублений и пр.

Находит применение специальная аппаратура для дистанционного контроля за положением судна на стапеле.

В ближайшие годы оптические приборы несомненно станут одним из основных средств выполнения большинства проверочных работ на стапеле, на плаву и в доке.

4.3 Проверка положений корпусных конструкций на стапеле

Проверочные работы при постройке корпуса на стапеле складываются из проверки положения отдельных конструкций (секций, блоков, фундаментов и др.) и проверочных работ по корпусу в целом. Проверка положения отдельных конструкций на стапеле сводится к определению их положения относительно трех взаимно перпендикулярных базовых плоскостей судна: основной (ОП), диаметральной (ДП) и плоскости мидель-шпангоута (ПМШ).

4.3.1 Проверка установки днищевых секций

Методика проверки положения днищевой секции при установке на стапеле включает проверки :

- **по длине** совмещение линий шпангоутов , нанесенных на наружной обшивке секции с рисками на планках стапеля **а**,
- **по полушироте**-совмещением линии ДП , нанесенной на наружной обшивке секции с линией ДП на планках стапеля **в**,
- **по высоте** –совмещением основной линии секции с рисками базовой плоскости,вынесенной на бортовые стойки **с**.
- **по крену**-совмещением в одной плоскости горизонтальных контрольных линий, нанесенных на обшивке **д** , например линий настила второго дна.

Схема замеров показана на рис.13.11

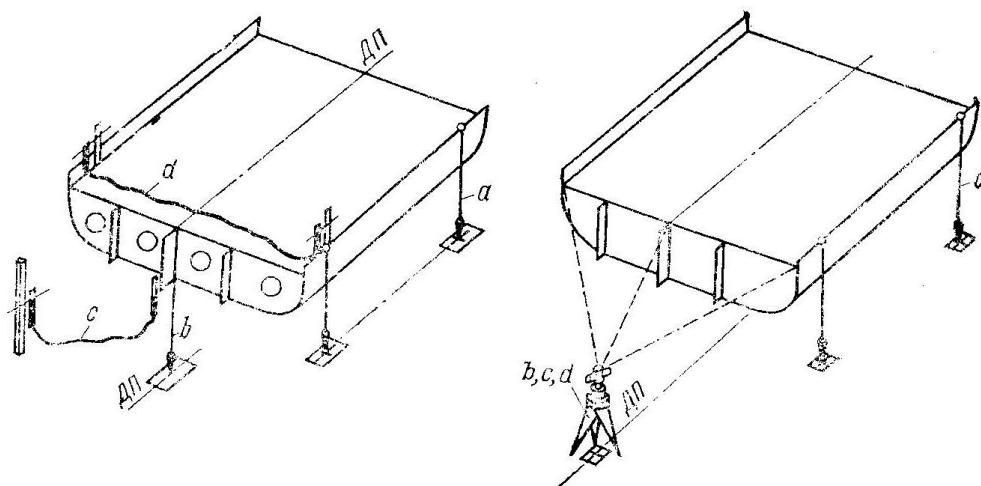


Рис 13.11 Схема проверки положения днищевых секций на стапеле (слева-водяным уровнем, справа-оптическим способом). Источник (8).

Установку остальных днищевых секций по длине проверяют замером рулеткой расстояния между крайними шпангоутами двух смежных секций

После установки трех-четырех секций проверяют совмещение теоретических линий крайних (носового и кормового) шпангоутов (А) с соответствующими рисками на планках стапеля (см. рис.13.12)

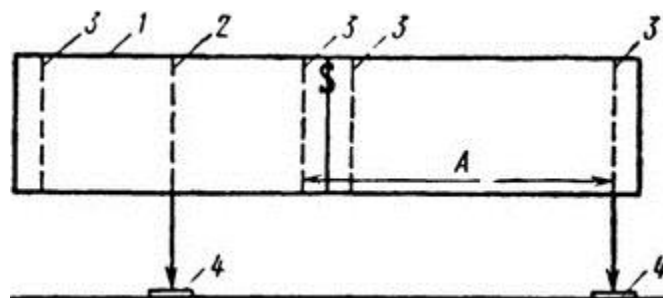


Рис. 13.12. Проверка положения днищевой секции по длине:

1 — закладная секция, 2 — теоретическая линия среднего шпангоута, 3 — теоретическая линия крайнего шпангоута, 4 — планка на стапеле

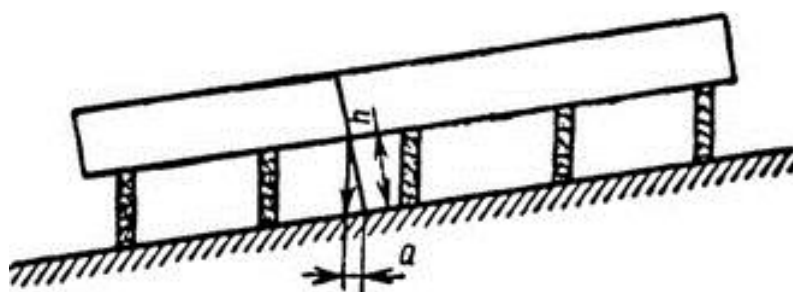


Рис.13.13 . Учет уклона стапеля при работе с весом

Одновременно проверяют размер монтажной шпации. Положение секций по полушироте определяют совмещением линии диаметральной плоскости стапеля и

весков, опущенных из пересечения диаметральной плоскости судна с теоретическими линиями крайних шпангоутов, нанесенных на наружной обшивке.



Рис. 13.14 Общий вид наклонного продольного стапеля.

Положение днищевых секций по высоте определяют замером отстояния основной линии от базовой линии, нанесенной на стойках стапеля. Замеры производят с помощью реек и шлангового ватерпаса непосредственно от стоек, либо от поперечных шергений, установленных в плоскостях крайних шпангоутов.

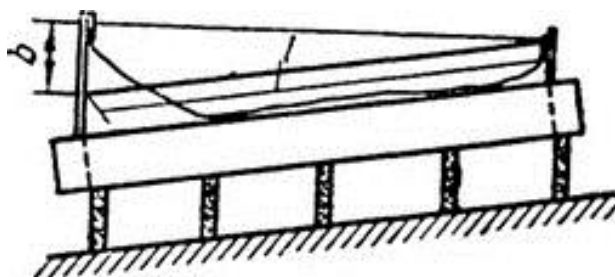


Рис..13.15 Проверка дифферента на наклонном стапеле

Рейками и шланговым ватерпасом определяют крен и дифферент днищевых секций. При проверке дифферента на наклонном стапеле с помощью шлангового ватерпаса необходимо учитывать уклон стапеля (рис.13.15). Разность расстояний (поправка)

уровней жидкости в ватерпасе (b) от рисок на рейках (или на секциях) определяют по формуле

$$b = l \operatorname{tg} \alpha,$$

где l — длина (база), на которой проверяют дифферент; α — угол уклона стапеля ($\sin \alpha$ заменен $\operatorname{tg} \alpha$, так как угол мал). Таким образом определяют поправки при проверке дифферента других конструкций.

4.3.2 Проверка положения бортовых секций

Проверяется:

- по длине –совмещение шпангоутов борта и днища или совмещение контрольных линий шпангоутов ,нанесенных на днищевой и бортовой секциях **a**.
- по полушироте-совмещение линий верхней палубы с соответствующей линией полушироты ,нанесенной на закладных планках или поперечном шаргене **b**
- по высоте-совмещением контрольной линии ,нанесенной на наружной обшивке секции по крайним шпангоутам ,с соответствующими рисками бортовых рисок стапеля **c**.

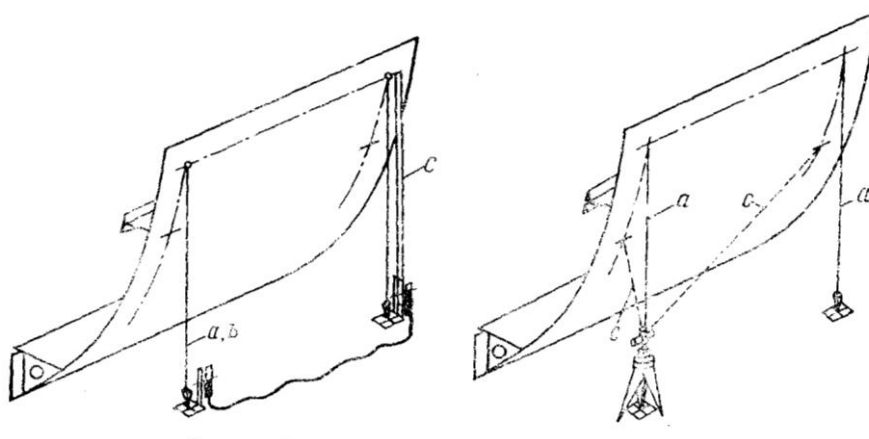


Рис.13.16 Схема проверки положения на стапеле бортовых секций водяным уровнем и теодолитом.Источник (8).

Проверку правильности положения бортовой секции (рис 13.17. , а) производят по длине, полушироте и высоте.

Проверка по длине заключается в совмещении теоретических линий средних шпангоутов 2 бортовой и днищевой секций. При этом обеспечивается обязательная

сходимость стыкуемого поперечного набора. Проверку по длине секций, устанавливаемых после закладной, можно производить замером расстояния между крайними шпангоутами по верхним кромкам бортовых секций или на уровне базовых линий 1, а также совмещением поперечного набора.

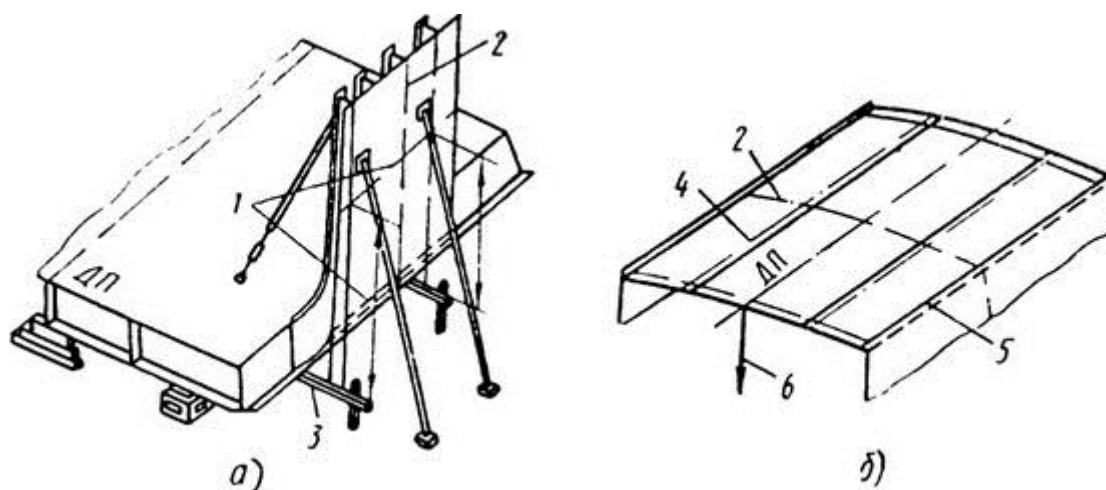


Рис.13.17. Проверка положения секций:

а — бортовой, б — палубной; 1 — базовая линия, 2 — теоретическая линия среднего шпангоута, 3 — шергень, 4 — контрольная линия, 5 — теоретическая бортовая линия палубы, 6 — весок

Для проверки положения бортовой секции по полушироте и высоте на стапеле устанавливают поперечные шергени 3 (горизонтальность верхних кромок шергений проверяют шланговым ватерпасом относительно стыка основной (базовой) линии). Расположение шергений в плоскости шпангоутов проверяют веском. Затем на шергене наносят риски диаметральной плоскости, от которых по плазовым данным намечают риски полуширот точек пересечения палубы с бортом и риски полуширот борта на высоте базовой линии. По полушироте секции проверяют весками, опуская их из точек пересечения теоретических линий палуб и базовой линии 1 с линиями крайних шпангоутов на соответствующие риски поперечных шергений.

По высоте секцию борта проверяют совмещением базовых линий 1 с рисками высот на рейках, установленных вертикально на поперечных шергнях.

4.3.3 Проверка положения поперечных переборок

Проверяются :

По длине — совмещение нижней кромки переборки с линией разметки соответствующего ей шпангоута ,нанесенного на настиле второго дна или на наружной обшивке **а**,

по полушироте – совмещение линий ДП ,нанесенных на переборке и днищевой секции **в**,

по высоте – совмещением горизонтальной линии ,нанесенной на переборке с соответствующей риску бортовой стойки стапеля **с**,

на вертикальность –параллельностью плоскости переборки с плоскостями шпангоутов **е**.

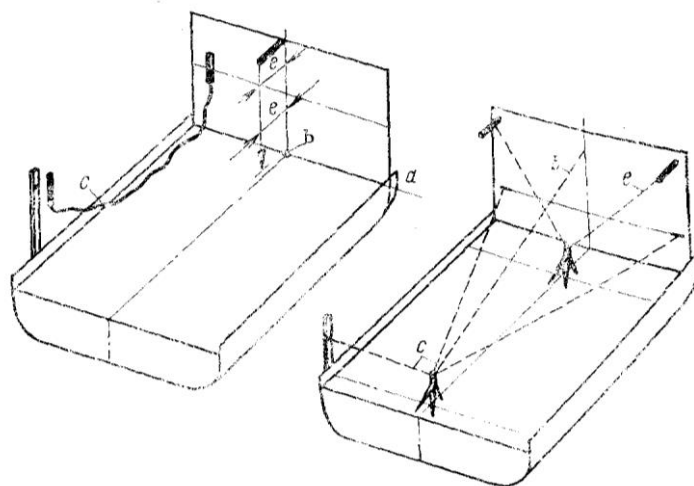


Рис.13.18 Схема проверки положения секций переборок на стапеле. Источник (8).

Правильность положения поперечной переборки (рис.13.19) устанавливают:

- по длине — совмещением нижней кромки переборки с теоретической линией 3 соответствующего шпангоута;
- по полушироте — совмещением линий диаметральной плоскости на переборке и днищевой секции;
- на вертикальность — опусканием веса 4 с наиболее высокой кромки переборки;
по высоте — проверкой рулеткой или рейкой фактического расстояния от основной плоскости или настила второго дна до базовой линии на переборке и сравнением его с плазовыми данными;
- по крену — проверкой горизонтальности базовой линии 1 шланговым ватерпасом 2.

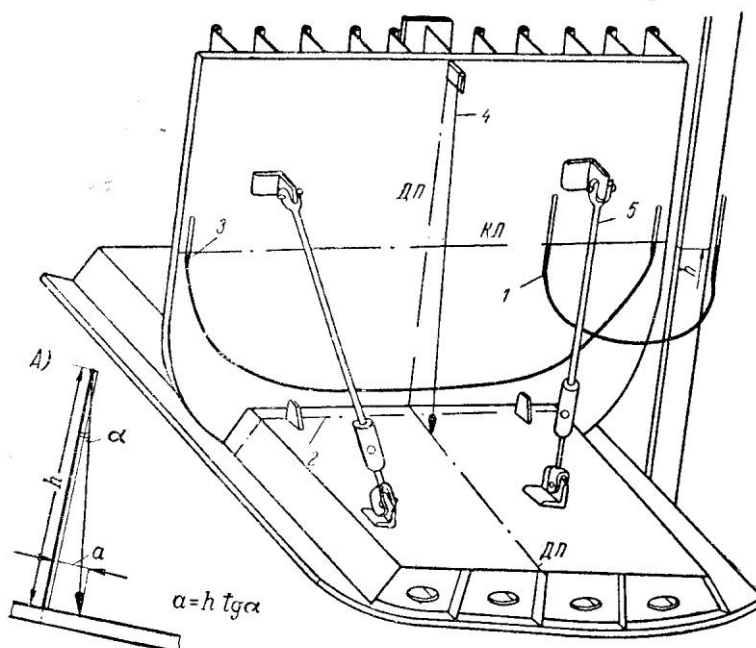


Рис.13.19 Установка и проверка поперечной переборки. Источник (9).
 1-проверка по высоте, 2-установка по теоретической линии пробитой на настиле, 3-проверка уровнем по крену, 4-проверка по дифференцу, А-поправка при установке на наклонном стапеле.



Рис.13.20 Установка днищевой носовой секции пассажирского судна «Oasis of the sea» на стапеле в сухом доке. Источник :<http://www.worldculturepictorial.com/blog/content/at-sea-bigger-better-oasis-of-sea-largest-cruise-ship-tall-as-12-story-building-wider-than-panama-canal>

Правильность положения продольной переборки (рис.13.21 б) устанавливают:

по длине — совмещением теоретической линии 3 среднего шпангоута, нанесенной на переборке, с линией соответствующего шпангоута на настиле второго дна или наружной обшивке;

по полушироте — совмещением нижней кромки переборки с линией разметки по днищевой секции; на вертикальность — опусканием веса с верхней кромки переборки у средней и крайних стоек;

по высоте совмещением базовых линий продольной и поперечной переборок или замером фактического расстояния от основной плоскости до базовой линии; по дифференту — проверкой шланговым ватерпасом 2 параллельности базовой линии 1 основной плоскости судна.

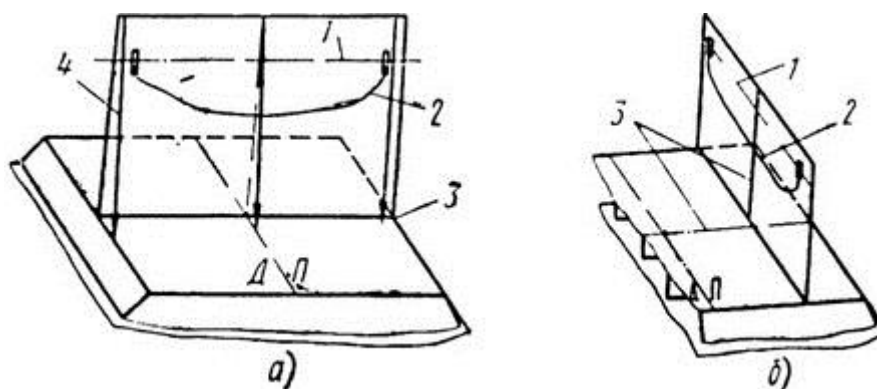


Рис. 13.21. Проверка положения переборок:

а — поперечный, б — продольный; 1 — горизонтальная базовая линия, 2 — шланговый ватерпас, 3 — теоретическая линия шпангоута, 4 — весок

4.3.4 Проверка положения палубных секций

Проверяются:

по длине — совмещением контрольных линий шпангоутов ,нанесенных на палубе и на наружной обшивке бортов,а также совмещение бимсов с бортовыми шпангоутами а по полушироте —совмещением при помощи отвеса линий ДП ,нанесенных на настиле палубы и настиле второго дна (или на днищевой обшивке в).

по высоте — совмещением бортовых кромок палубной секции с теоретической линией палубы ,нанесенной на секциях бортов с.

Проверку положения палубной секции (идущей от борта до борта) производят (рис.13.17б):

по длине — совмещением теоретических линий 2 средних шпангоутов, нанесенных на настиле палуб и наружной обшивке бортов; одновременно проверяют сходимость

поперечного набора и совмещение кромок шельфов с соответствующими нижележащими переборками и выгородками;

по полушироте — совмещением линии диаметральной плоскости, нанесенной на настиле, с линией диаметральной плоскости на нижерасположенном настиле с помощью весков 6;

по высоте — совмещением бортовых кромок настила палубы с теоретическими линиями 5 этой палубы, нанесенными на наружной обшивке, а в диаметральной плоскости — относительно основной плоскости с помощью рейки высот и шлангового ватерпаса.

При наличии двух палубных секций по ширине судна их положение устанавливают аналогично. При трех палубных секциях по ширине, сначала проверяют положение бортовых частей по длине и высоте способами, указанными выше.

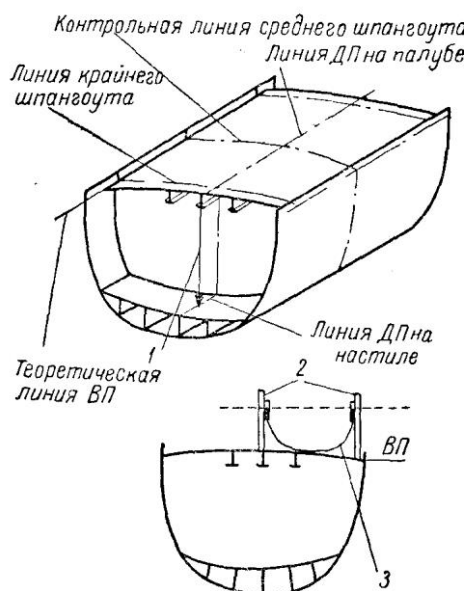


Рис 13.22.Схема установки и проверки положения палубной секции.Источник (9) 1-отвес,2-рейки,3-водяной уровень.

Положение по полушироте определяют по отношению к линии диаметральной плоскости или параллельных ей, пробитых на расположенных ниже конструкциях. Положение средней палубной секции по длине проверяют совмещением теоретических линий 2 среднего шпангоута на настилах средней и бортовых частей секции.

4.3.5 Проверка положения блоков

При блочном методе формирование корпуса начинают с закладного блока ,которым чаще всего является блок машинного отделения , к закладному блоку в обе стороны одновременно или последовательно стыкуют следующие блоки.

На горизонтальных построечных местах стыкование блоков выполняется обычно на тележках с механическим или гидравлическими домкратами для установки блока по горизонту и выравнивания по базовым и контрольным линиям.

Положение блоков средней части корпуса проверяют в основном так же, как днищевых секций. Положение закладного блока по длине определяют по совмещению теоретической линии среднего шпангоута, нанесенной на наружной обшивке, с риской соответствующего шпангоута на планке стапеля в диаметральной плоскости. Положение последующих блоков по длине проверяют по величине монтажной шпации.

Проверку положения блока по полушироте производят по совмещению линии диаметральной плоскости на наружной обшивке с линией диаметральной плоскости на планках стапеля у крайних шпангоутов блока.



Рис.13.23 Транспортирование кормового блока машинного отделения на стапельное место, Skagerrak, Норвегия. Источник <http://www.ship-technology.com/projects/nexansskagerrak/nexansskagerrak2.html>

Положение блока по высоте устанавливают высотой килевой линией блока (у крайних шпангоутов) относительно горизонтальной базовой плоскости, зафиксированной на

стойках или колонках стапеля. При этом проверяют совпадение высоты палуб и платформ в блоках. Дифферент блока определяют по разности высот у крайних шпангоутов по днищу в диаметральной плоскости. Положение блока по крену проверяют совмещением в одной вертикальной плоскости рисок, линий диаметральной плоскости, нанесенных на палубах, платформах и наружной обшивке блока в районе монтажного стыка или совмещением в одной горизонтальной плоскости горизонтальных линий, нанесенных на бортах или поперечных переборках.

4.3.6 Проверка положения блоков оконечностей

Правильность положения секции носовой оконечности (рис.13.24) по длине и высоте определяют путем использования, установленного на стапеле по линии диаметральной плоскости продольного шергена 5 с рисками, указывающими отстояние точек 1, 2 пересечения палуб 4 платформ с наружной кромкой форштевня от мидель-шпангоута. Положение секции по длине проверяют совмещением весков, опущенных из точек пересечения теоретических линий палуб или платформ с внешней кромкой форштевня с соответствующими линиями на шергене.

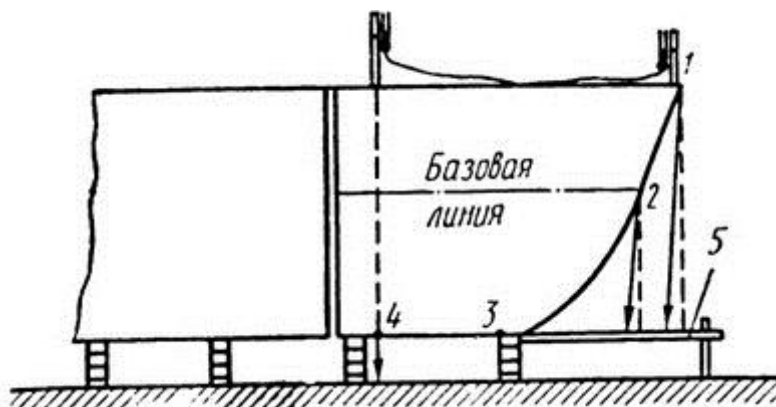


Рис.13.24. Проверка положения секции носовой оконечности:

1—4 — точки пересечения, 5 — шерген

Положение секции по полушироте проверяют совмещением весков, опущенных из точек 1—4, находящихся в диаметральной плоскости на форштевне и килевом поясе наружной обшивки с линией диаметральной плоскости, нанесенной на продольном шергене 5 или на стапеле.

Положение секции кормовой оконечности одновинтового судна с ахтерштевнем определяют (рис.13.25) величиной отстояния ее от мидель-шпангоута, диаметральной и основной плоскостей, а также положением оси гребного вала и оси баллера руля.

Проверку производят следующим образом:

по длине положение секции проверяют совмещением веска 1, опущенного из центра нижнего отверстия пятки ахтерштевня с риской, нанесенной на продольном шергене или на металлической планке, забетонированной в теле стапеля;

«проверку положения секции по полушироте производят совмещением веском, опущенных из нескольких точек линии пересечения диаметральной плоскости с ахтерштевнем и килевым листом, с линией диаметральной плоскости на продольном шергене 2;

положение ахтерштевня по полушироте проверяют опусканием веса 1 из центра отверстия в пятке ахтерштевня на линию диаметральной плоскости, нанесенную на стапеле;

положение секции по высоте определяют с помощью шлангового ватерпаса, замеряя отстояние контрольных линий, нанесенных на наружной обшивке от рисок рейки высот;

положение секций по высоте и по полушироте проверяют также совмещением центра отверстия для гребного вала в старнпосте со стеклином, натянутым по оси линии вала; крен секции определяют шланговым ватерпасом по контрольным линиям, нанесенным на переборках или на наружной обшивке;

дифферент определяют шланговым ватерпасом 3 по рейкам 4, установленным в диаметральной плоскости на палубе, или по контрольным линиям;

совмещение центров отверстий под баллер с осью баллера проверяют опусканием веса из центра каждого отверстия по оси баллера и замером положения острия веса относительно центра нижележащего отверстия.

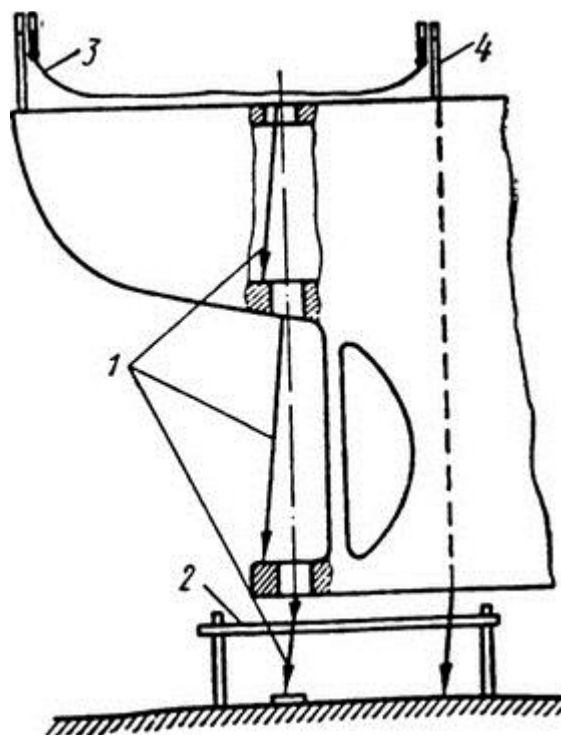


Рис. 13.25 . Проверка положения блока кормовой оконечности:
1 — весок, 2 — шерген в ДП; 3 — водяной уровень; 4 — рейки

4.4 Проверка положения корпуса на стапеле

Положение корпуса судна по длине стапеля проверяют опусканием веска, совмещением линии мидель-шпангоута судна или другого шпангоута в районе диаметральной плоскости с соответствующей риской шпангоута, нанесенной на планке стапеля.

Особенно внимательно необходимо следить за положением корпуса судна по длине наклонного стапеля.

Положение корпуса по полушироте определяют в нескольких точках опусканием веска в диаметральной плоскости корпуса (вблизи поперечных переборок или флоров) на линию диаметральной плоскости, нанесенную на планках стапеля.

Положение судна по высоте и дифференту проверяют по реперам, установленным в диаметральной плоскости (под поперечными переборками или флорами) около кильблоков.

Крен судна определяют в трёх поперечных сечениях по длине (в носу, корме и при миделе), по разности высот реперов, расположенных на одном шпангоуте на противоположных бортах или при помощи шлангового уровня. Можно проверять крен шланговым ватерпасом по контрольным линиям, нанесенным на поперечных переборках.

Все результаты периодической проверки положения корпуса судна на стапеле заносят в специальный журнал проверок

4.5 Проверка формы и размеров корпуса судна

Когда весь корпус судна сформирован и сварен, проверяют его главные размерения и обводы. Результаты записывают в специальный журнал.

Проверку главных размерений производят в следующем порядке:

определяют размеры судна по длине с помощью шнурового отвеса, опущенного из точек пересечения конструктивной ватерлинии с диаметральной плоскостью судна (для установления длины между перпендикулярами) и из точек пересечения настила бака и верхней палубы со штевнями (для установления наибольшей длины) на соответствующие риски, нанесенные на теле стапеля и на продольных шергнях, установленных в диаметральной плоскости;

производят проверку ширины судна по горизонтальному шергеню или теоретическим рискам, нанесенным на теле стапеля, опуская отвес из точек пересечения плоскости мидель-шпангоута с конструктивной ватерлинией по борту (при проверке расчетной

ширины) и из точек наибольшей ширины судна (при проверке наибольшей ширины) с учетом толщины наружной обшивки;

производят проверку высоты борта в плоскости мидель-шпангоута, для этого замеряют расстояния от риски поперечного шергена, установленного верхней кромкой в основной плоскости, до линии пересечения плоскости мидель-шпангоута с верхней палубой, проверку выполняют с помощью рулетки или рейки высот;

в таком же порядке замеряют высоту борта в носовой и кормовой оконечностях. Обводы корпуса судна обычно проверяют у головных судов. Проверку производят в пяти-семи поперечных сечениях, совпадающих с плоскостью поперечных переборок в районе мидель-шпангоута, носовых и кормовых марок углублений и других поперечных сечениях; в намеченном поперечном сечении для проверки выбирают семь-десять точек по возможности вблизи пересечения плоскости шпангоута с продольной связью. Обводы могут быть проверены при помощи шаблонов или шергений. Наиболее распространена проверка с применением горизонтальных и вертикальных шергений. При проверке обводов корпуса по горизонтальным шергенам вески, опущенные из точек корпуса, должны совпасть с соответствующими рисками, намеченными на шергене по плазовым данным.

После окончания постройки корпуса на наружную обшивку наносят грузовую ватерлинию, соответствующую полному водоизмещению судна (ГВЛ). В оконечностях и у мидель-шпангоута размечают положение регистровых марок углубления, служащих для определения осадки судна. В соответствии с чертежом размечают также палубную линию и знаки грузовой и тоннажной марок.

5. СБОРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ НА СТАПЕЛЕ

5.1 Установка и сборка днищевых секций

Сборку корпуса судна из секций на стапеле начинают с установки днищевых секций в средней части, продолжая формирование корпуса в нос и корму. Среднюю днищевую секцию подают на стапель с нанесенными на наружной обшивке (с внешней стороны) линией ДП и теоретическими линиями среднего и крайних шпангоутов. Продольный набор и пазы обшивки на секциях должны быть недоварены на 300—500 мм для облегчения пригонки продольных секций при выравнивании их в одной плоскости со сложными секциями.

Секцию устанавливают краном на кильблоки, совмещая линии ДП и теоретическую линию среднего шпангоута секции с контрольными линиями стапеля. В случае необходимости под продольные днищевые связи (под стрингеры-кильсоны) устанавливают с каждого борта упоры, опирающиеся в основание стапеля, а для выравнивания секций по обеим ее сторонам приваривают обухи для талперов (рис.13.26.).

После установки секции (в том числе и по высоте) ее окончательно закрепляют на стапеле талперами, подбивают клинья кильблоков, подставки и вторично проверяют все линии и точки. Далее зачищают торцевые кромки секций и производят подготовку их для стыковки со следующими секциями.

Следующую днищевую секцию устанавливают краном на стапельные кильблоки, помещая в междудонное пространство детали и узлы, которые не были поставлены на секцию. Под секцию каждого борта ставят подставки. Теоретическую линию ДП на секции совмещают с линией ДП на кильблоках стапеля, приваривают по два временных обуха на наружной обшивке (снизу) и на втором дне (сверху) в районе смежных монтажных стыков и при помощи тяг и талрепов подтягивают установленную секцию к ранее поставленной до зазора 100—200 мм.

Далее проверяют секцию в четырех условных точках на горизонтальность, выравнивают при помощи подстав, тяг и талрепов закрепляют на стапеле.

На настиле второго дна и на продольном наборе проверяют зазор по контуру монтажного стыка и по наружной обшивке и намечают припуск и неровности. После удаления припуска и зачистки неровностей производят разделку кромок для монтажной сварки.

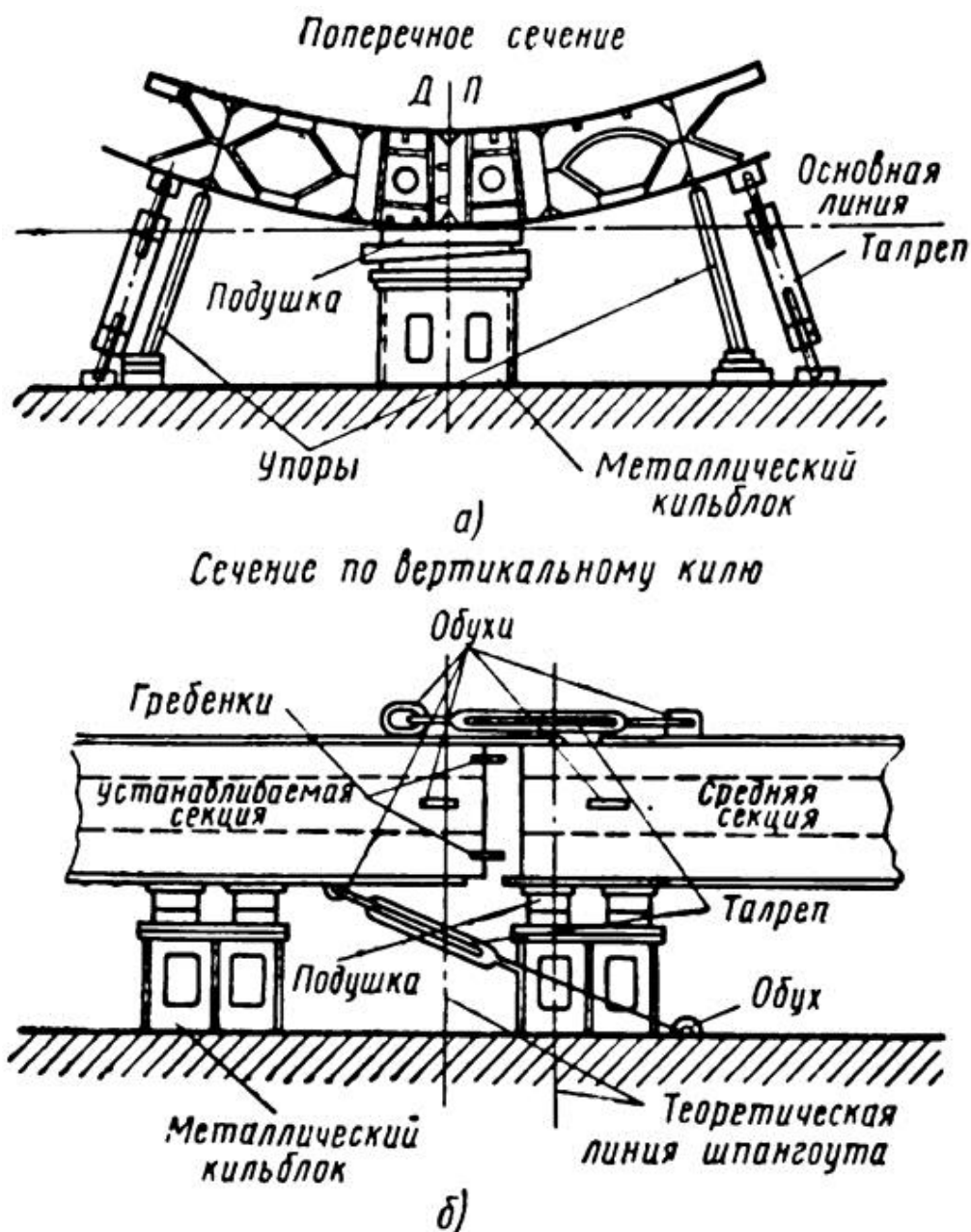


Рис..13.26 Установка днищевой секции на стапель

Затем ослабляют крепление секции к стапелю и подтягивают ее к ранее установленной секции до упора. Проверяют еще раз правильность стыкования и положение обеих секций, производят подготовку к ручной сварке наружной обшивки, второго дна и продольного набора. Для этого выравнивают кромки листов и набора до совмещения плоскостей и закрепляют прихватками.

Для обеспечения стыкования секций к ним приваривают направляющие гребенки в виде коротких планок или угольников. Затем снимают тяги, талрепы и обухи секций, окончательно проверяют их установку, вновь закрепляют к стапелю и после проверки установки сдают секции для производства сварки. Таким образом устанавливают все остальные секции днища

5.2 Установка скуловых и бортовых секций

Скуловые секции начинают устанавливать на стапеле также со средней части судна. После подачи краном секцию ставят на одну или две клетки, устанавливают два-три упора и приваривают к наружной обшивке и ко второму дну обуха для подтягивания. При помощи талперов секцию притягивают к днищевым секциям, выравнивая ее тугами и упорами.

На секции до ее установки должны быть нанесены с внешней стороны наружной обшивки контрольные линии: теоретические линии шпангоутов, настилов палуб (на бортовой части скуловой секции), стрингеров и теоретической грузовой ватерлинии (по плазу).

Положение секции по длине проверяют, совмещая теоретическую линию среднего шпангоута на секции с такой же линией на днищевых секциях и с контрольной линией на стапеле. Положение секции по полушироте от ДП проверяют рейками с плаза не меньше чем в двух точках обычно по концам.

Положение секции по высоте на горизонтальность проверяют рейками от основной линии по рискам на секции.

После этого секцию закрепляют и намечают на наружной обшивке, втором дне и на поперечном наборе припуски и неровности так же, как на днищевых секциях.

Затем обрезают припуски обычно газовой резкой с последующей зачисткой пневматическим зубилом, подтягивают до упора скуловую секцию к днищевой, после чего выравнивают кромки, окончательно проверяют положение секций и производят стыкование их под сварку.

Таким же образом устанавливают и остальные скуловые секции. Обычно каждая секция имеет припуски до 10—20 мм по одному пазу и стыку, а два других ее паза и стыка делают в чистый размер.

Если бортовые секции делают отдельно от скуловых (на крупных морских судах), то их устанавливают на стапель аналогично скуловым

5.3 Установка и сборка секций переборок

Переборки подают на стапель до и после установки бортовых секций. В последнем случае переборки устанавливают так:

прежде всего проверяют по данным с плаза полушироту бортов в районе установки поперечных переборок, выравнивают и закрепляют бортовые секции по полушироте упорами и талрепами, затем намечают меловой линией по нитке теоретическую линию

установки переборки на настиле второго дна и на бортах и приваривают к ним направляющие гребенки на расстоянии 400—500 мм друг от друга. На полотнище переборки наносят контрольную линию ДП и грузовую ватерлинию (по плазу), а также приваривают по два обуха с каждой стороны для временного крепления переборки к настилу второго дна.

Переборку подают обрезанной в чистый размер по бортам и палубе с припуском по второму дну для пригонки по месту.

После этого переборку устанавливают на свое место, выравнивают при помощи тяг в вертикальной плоскости и по веску проверяют на вертикальность. Затем определяют и причерчивают припуск по настилу второго дна, снимают временные крепления, переборку поднимают краном и кладут на деревянные прокладки для удобства удаления припуска.

Иногда с места установки, т. е. с настила второго дна, снимают шаблон, а припуск удаляют еще до установки переборки на судно. После этого переборку устанавливают на место, закрепляют и выравнивают при помощи тяг в вертикально-поперечной плоскости по веску, затем переборку обжимают по настилу второго дна и бортам и закрепляют прихватками.

Если у переборки на стойках имеются кницы для крепления ко второму дну или к палубе, то их тщательно подгоняют и закрепляют прихватками.

5.4 Установка секций палуб

Секции настилов палуб подают на стапель обрезанными в чистый размер по пазам. На полотнище палубной секции должны быть нанесены теоретическая линия ДП и положение линий крайних шпангоутов.

Сначала для поддержания настилов палубы вдоль ДП устанавливают прогоны, т. е. продольные брусья, опирающиеся на подставки с клиньями (рис.13.27) Иногда ставят металлические упоры с распорными домкратами.

После этого намечают линиями место установки секций на внутренней стороне наружной обшивки бортов, на поперечном наборе и поперечных переборках, находящихся в районе установки секций палубных настилов.

К наружной обшивке бортов по намеченным линиям приваривают временные угольники-коротыши, которые служат установочными планками для настила палубы и определяют положение палубы по высоте у бортов.

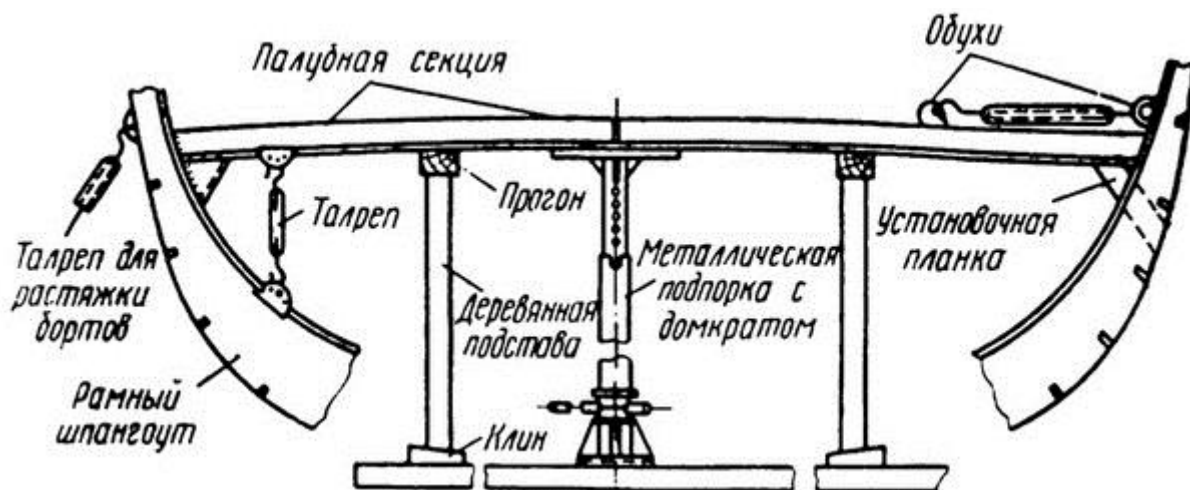


Рис.13.27 Установка палубной секции

К палубному настилу и наружной обшивке приваривают временные обухи для подтягивания секции, выравнивают погнутые кромки настила и выступающие части набора. Если по верхней кромке набора корпуса и у переборок имеются припуски, их удаляют. После этого подают секцию краном на место, укладывают на прогоны в средней части и установочные планки по бортам, проверяют положение настила по высоте при ДП и регулируют высоту при помощи домкратов или клиньев под подставками прогонов.

6. ИНСТРУМЕНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ ДЛЯ СБОРКИ СЕКЦИЙ НА СТАПЕЛЕ

При сборке секций в процессе выполнения доводочных работ и сопряжения кромок секций и блоков применяются обычные приспособления и инструмент (гидравлический, пневматический и ударного действия), который применяется и при цеховой сборке секций и узлов, а именно: различные прижимы и фиксаторы, домкраты и стяжки –талрепы с гидравлическим приводом подробно описанные в темах 1,2,12 настоящего курса.

Работа на стапеле по доводке корпусных конструкций относится к разряду тяжелых, особенно в связи с увеличением размеров и веса сборочных элементов и является весьма специфичной, проводимой в стесненных условиях дока, корпуса судна, судового отсека и т.п. Проблема механизации сборочных работ на стапеле является острой и на сегодняшний день для судостроителей.

Предприятиями тяжелой индустрии разработаны средства механизации сборочных работ на стапеле, к которым можно отнести такие специфические устройства как:

- установщик бортовой секции –передвижное рычажное устройство для установочных перемещений бортовых секций
- механизированные внутренние леса, используемые для стыкования палуб

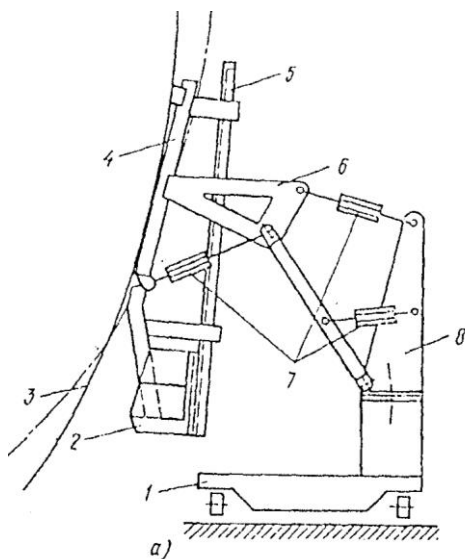


Рис.13.28 Схема установщика бортовых секций. Источник (4).

1-тележка, 2-кабина подъемника, 3-бортовая секция, 4-опорная рама, 5-направляющая стойка, 6-хобот, 7-тяги гидроцилиндров, 8-поворотная колонка.

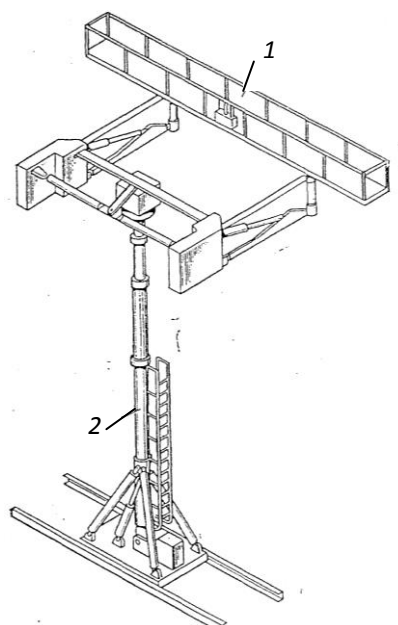


Рис.13.29 Складные внутренние леса с гидравлическим приводом. Источник (4).

1-внутренние леса, 2-гидропривод.

-неприварные средства механизации сборочных работ, базирующиеся на электромагнитных прижимах и гидравлическом силовом приводе (устройство совмещения кромок листов, устройство обжатия набора и т.п.).

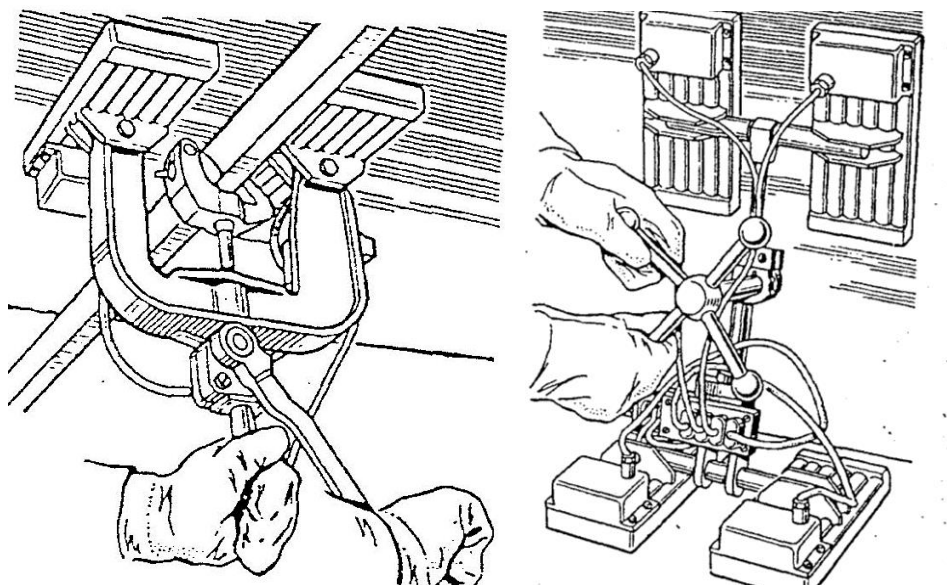


Рис.13.30 Неприварные устройства для обжатия набора (слева) и наведения кромок.
Источник (4)

7. СВАРКА КОРПУСА СУДНА НА СТАПЕЛЕ

Сварка на стапеле является важнейшей частью технологического процесса формирования корпуса строящегося судна.

На стапеле обычно производится полуавтоматическая сварка в среде CO_2 и ручная электродуговая сварка плавящимся электродом, что объясняется различными пространственными положениями монтажных соединений секций и блоков.

Размеры катетов швов различны, а протяженность швов одного размера и одинакового положения относительно невелики. Многие швы производятся в неудобных местах.

При секционном способе формирования корпуса сварку каждой установленной секции начинают после ее окончательной проверки и закрепления на прихватках.

Сварку стыков секций, а также монтажных стыков блоков при блочном методе постройки корпуса выполняют несколько сварщиков одновременно (необходимое число сварщиков определяют в зависимости от размеров стыка из расчета участок длиной 4-5 метров на одного сварщика).

8. ИСПЫТАНИЯ КОРПУСА НА ГЕРМЕТИЧНОСТЬ И НЕПРОНИЦАЕМОСТЬ

В зависимости от назначения отсека корпуса сварные соединения корпусных конструкций должны отвечать требованиям герметичности или непроницаемости.

Непроницаемость – способность конструкции или соединения не пропускать капельные жидкости (воду, нефтепродукты и т.п.).

Герметичность – способность конструкций или сварных соединений не пропускать газообразные вещества.

Все испытания разделяют на 3 группы:

-предварительные,

-основные,

-контрольные.

Предварительные испытания проводят для некоторых швов при изготовлении узлов и секций в цехе. Предварительные испытания проводят неразрушающими методами (рентгенографирование, ультразвуковой контроль).

Основные испытания проводят после того как сформирован корпус судна и сформированы таким образом герметичные отсеки.

Испытания отсеков производятся согласно схемам, разработанным в конструкторском бюро при проектировании судна.

Основные испытания проводятся для группы ответственных отсеков (группа А) гидравлическим давлением воды или надувом воздуха, для прочих отсеков (группа В) – полив струей, обдув сжатым воздухом и т.д.

Контрольные испытания проводят для отсеков, которые не выдержали основного испытания и имеют вторично заваренные дефектные места.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА В СОСТАВЕ КОМАНДЫ

Практическая работа может быть выполнена на судостроительном предприятии в процессе прохождения производственной практики на предприятии.

Возможные темы практических работ (в зависимости от этапа выполнения предприятием судостроительного заказа).

1. Подготовка стапельного места к закладке судна. Нанесение линий базовых плоскостей . Пробивка световой оси или натяжение струны для материализации базовой линии. Получение практических навыков под руководством наставника в использовании водяных уровней, лазерных уровней, нивелиров и специального измерительного инструмента.

2. Проверка положения секции . Изучение монтажного чертежа устанавливаемой секции, установление базовых линий, практические замеры под руководством наставника положения секции относительно базовых линий. Маркирование контрольных линий. Получение навыков практического использования измерительного инструмента .

3. Установка и сопряжение секции. Изучение монтажного чертежа. Участие в составе команды/бригады под руководством наставника в предварительной установке секции, контуровка секции, обрезка припусков, вторичная доводка сопряжений, стягивание кромок, прихватка стыков. Получение практических навыков в использовании механизированного инструмента для сборки сопряжений .

4. Испытание отсека на герметичность/непроницаемость. Под руководством наставника установка заглушек , монтаж необходимых технологических трубопроводов, манометров, запорной арматуры. Участие в проведении гидравлических/пневматических испытаний отсека.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ

1. Перечислите какие сооружения используются в качестве построечных мест для судов.
2. Назовите виды опорных стапельных устройств.
3. Какие виды работ производятся в ходе формирования корпуса судна на стапеле?
4. С какой целью проводятся проверочные работы при установке секций на стапеле ?
5. Опишите состав сборочных операций при сборке секций на стапеле.
6. Какой вид испытаний должен быть проведен для грузовых танков танкера нефтевоза:
 - непроницаемость
 - герметичность
7. Какой вид испытаний следует провести для танков газовоза LNG ?
 - на непроницаемость
 - на герметичность.
8. При испытании отсека были обнаружены дефекты сварочного шва и негерметичность отсека. Дефекты были устранены зачисткой и повторной заваркой.
Что следует сделать после окончания сварочных работ по исправлению дефекта:
 - зачистить от шлака и покрасить место заварки
 - провести предварительные испытания ,
 - провести контрольное испытание отсека
 - составить акт о браке.
9. Чем проверяется форма корпуса судна?
10. Какой инструмент и приспособления используются для доводочных операций при сборке секций на стапеле ?