

Тема 1

Технологии, используемые при строительстве корпуса судна.

Оглавление

Оглавление.....	1
1. Определения.....	2
2. Методы постройки судов.....	4
2.1. Подетально-узловой метод сборки корпуса.....	4
2.2. Секционный метод сборки корпуса.....	5
2.3. Блочный метод сборки корпуса судна	10
2.4. Модульный метод сборки корпуса судна	16
3. Технологии, используемые при строительстве корпуса судна	18
3.1. Принципиальный технологический процесс постройки судна	18
3.2. Виды технологической документации	18
3.3. Типовые технологические процессы при сборке секций на стапеле	19
3.4. Технология формирования корпуса судна пирамидальным способом.....	24
3.5. Технология формирования корпуса судна островным способом	25
3.6. Технология формирования корпуса судна блочным методом	26
3.7. Особенности технологии сборки при блочном формировании корпуса	27
3.8. Организационно-технологические методы постройки судов	29
4. Аудиторно-практическая работа.....	32
4.1. Установка днищевой секции	32
4.2. Установка бортовой плоскостной секции с поперечной системой набора	35
Контрольные вопросы по теме	40

1. Определения

Технологическая операция – часть технологического процесса, выполняемая неизменными исполнителями на одном рабочем месте, включающая все последовательные действия рабочих над обрабатываемым предметом труда.

Переходом называется часть операции, выполняемая без замены инструментов.

Установкой называется часть операции обработки на станке, выполняемая при одном и том же закреплении детали.

Технологический процесс - совокупность технологических операций и переходов для получения готовой продукции. В ходе технологического процесса происходят изменения формы и свойств предметов труда. Примером технологического процесса может быть технологический процесс сварки днищевой секции корпуса судна, изготовление блок-секции корпуса судна и т.п.

В общем случае говоря о **технологии** того или иного производственного процесса (например технология сборки корпуса судна, технология изготовления судовой секции или узла), мы подразумеваем набор определенных технологических процессов или технологических операций, совершаемых в определенной последовательности по времени с целью получения более или менее завершенного изделия – корпуса или блока судна и т.п.

Стапель или стапельное место—специально оснащенная площадка, предназначенная для строительства судна. Стапельные места обычно оборудованы устройствами для спуска судов на воду.

Стыком в судостроении принято называть линии примыкания поперечных кромок листов или конструкций.

Монтажный стык – кольцевое поперечное сечение корпуса судна (параллельное плоскости мидель –шпангоута), по кромкам которого происходит соединение секций блоков судна при формировании корпуса судна на стапеле.

Паз-линии примыкания продольных кромок листов и металлоконструкций.

Монтажный паз – продольное сечение корпуса судна плоскостью параллельной диаметральной плоскости судна ДП, по кромкам которого происходит соединение секций при формировании корпуса судна на стапеле.

Разбивка корпуса судна на секции и блоки и определение мест и количества монтажных стыков и пазов производится проектной организацией при разработке

рабочего проекта корпуса судна. Монтажные стыки и пазы указываются на конструктивных чертежах корпуса.

Закладная секция – секция, устанавливаемая первой при постройке (закладке) судового корпуса. По традиции в специальную нишу закладной секции судна вкладывается металлическая пластина — закладная доска. От закладной секции начинается формирование корпуса судна.

Забойная секция – секция, компенсирующая естественное отклонение размеров, формы и взаимного расположения сопрягаемых кромок, возникающее при сборке и сварке корпуса судна в процессе постройки на стапеле. Забойные секции устанавливаются в последнюю очередь, изготавливаются с припуском и подгоняются по месту при установке.

2. МЕТОДЫ ПОСТРОЙКИ СУДОВ

В современном судостроении существуют **4 метода постройки судов**:

- подетально-узловой
- секционный,
- блочный
- модульный.

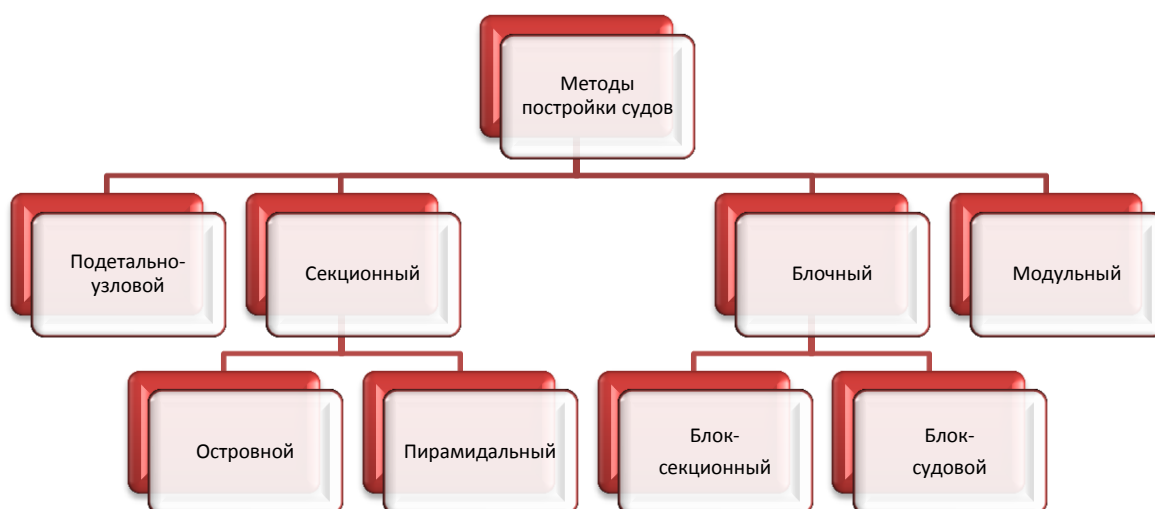


Рис.1.1 Методы постройки судов.

2.1. Подетально-узловой метод сборки корпуса

Подетальный и узловой метод заключается в том, что корпус судна формируется на строительном месте из деталей и узлов. Указанный способ является неэкономичным и используется при маломерном судостроении.



Рис 1.2 Сборка алюминиевого катера длиной 25 м детально-узловым способом. Фото автора.

2.2. Секционный метод сборки корпуса

Наиболее широко распространен **секционный метод** постройки, при котором корпус судна формируется путем сборки и соединения (обычно сваркой) крупных сборочных единиц - секций судна .



Рис.1.3 Днищевая секция судна

Источник: http://www.mabrocona.com/img/gallery/preparation_of_double_bottom_section_combi_nation_vessel.jpg

Разбивка корпуса на монтажные секции производится на этапе проектирования судна. Сборка судна **секционным** методом осуществляется на построечном месте из секций, поступающих из сборочно-сварочного цеха, где производится их максимально возможное насыщение.



Рис.1.4 Секция надстройки алюминиевого катера длиной 14 м. Фото автора.



Рис.1.5 Днищевые секции двойного дна.

Источник:http://www.mabrocona.com/img/gallery/preparation_of_double_bottom_section_combination_vessel.jpg

В практике современного судостроения применяются 4 схемы формирования корпуса при **секционном** методе постройки:

- **по горизонтали**
- **пирамидальная**
- **по отсекам**
- **островная**



Рис.1.6 Схемы секционного формирования корпуса

При схеме **сборки по горизонтали** работы ведутся по всей длине судна одновременно и постройка начинается одновременно с установки большого числа днищевых секций.

Недостатком указанной схемы является возникновение значительных сварочных деформаций , при увеличении числа монтажных стыков происходит «задираание» концов секций и его величина нарастает по мере увеличения горизонтального сварочного фронта.

Достоинством данной схемы является возможность ведения сборочно-сварочных работ широким фронтом,однако возникающие деформации и напряжения в корпусе являются существенным недостатком,поэтому указанная схема применяется при строительстве небольших судов и комбинировании секционного и узлового метода сборки.

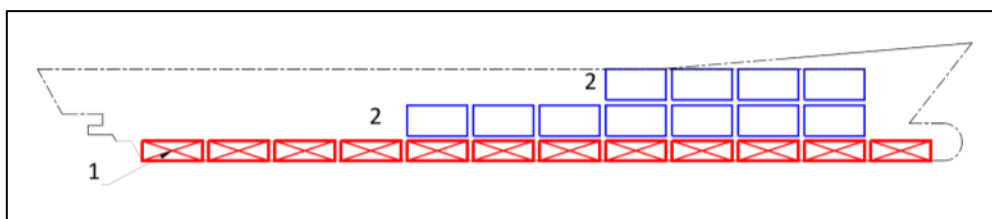


Рис.1.7 Сборка секций по горизонтали 1-днищевые секции,2-бортовые секции. Рис.автора.

При **пирамидальном секционном** способе постройки началом работ служит установка днищевых секций в средней части судна, к которым приваривают секции переборок, бортов палуб. Группа установленных секций образует ступенчатую пирамиду. После завершения формирования пирамиды открывается фронт работ в носу и корме. При пирамидальной схеме собирают и сваривают возможно большее число секций, образующих поперечное сечение корпуса в данном районе. Только после окончания 90% работ в первой пирамиде может продолжиться наращивание в нос и корму.

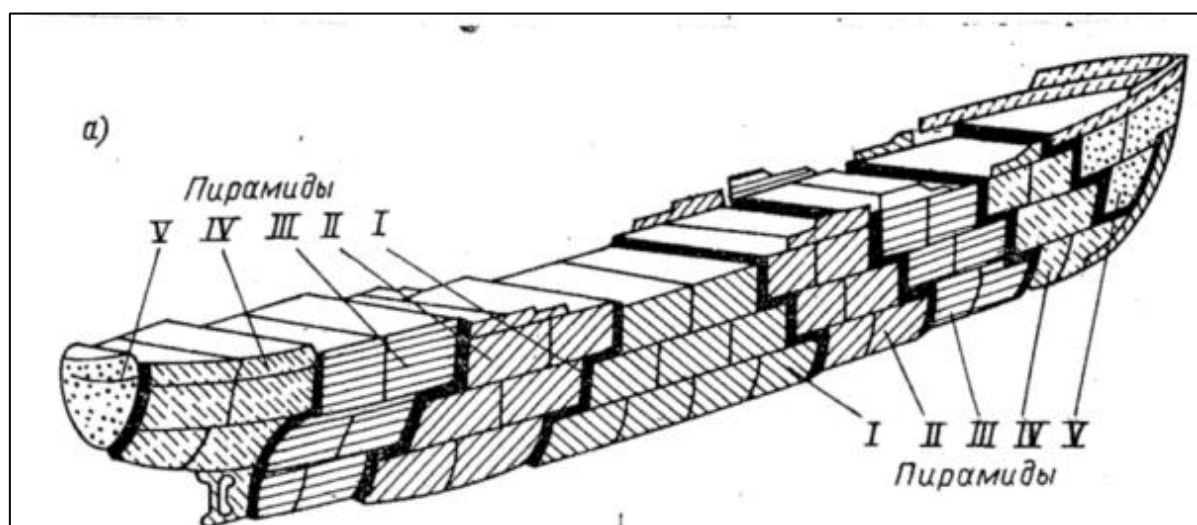


Рис.1.8 Схема формирования корпуса судна пирамидальным способом. Источник (3) с. 223

В зависимости от взаимного расположения стыков секций днища, бортов и палуб при пирамидальной схеме различают под-схемы с **совмещенными** и **размещенными** стыками.

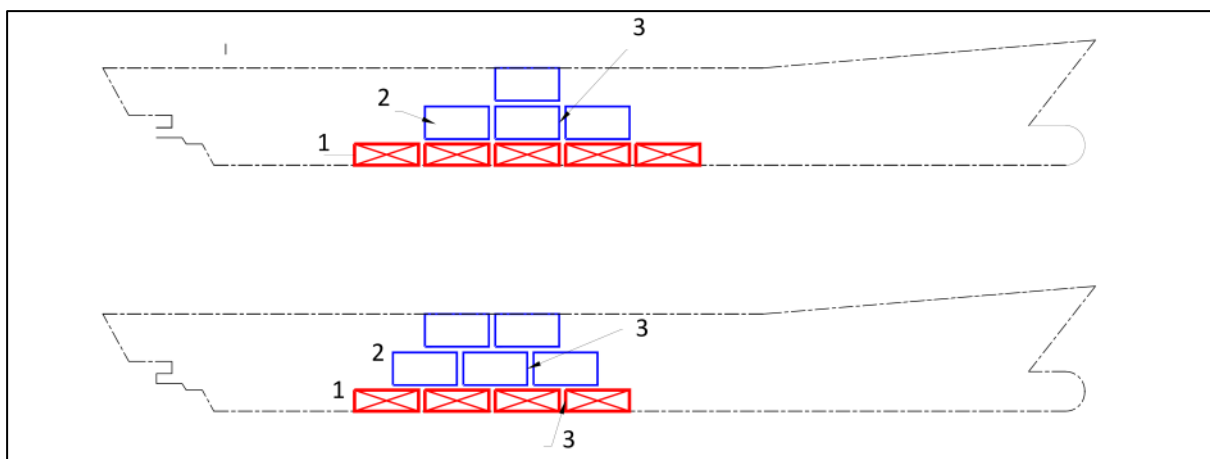


Рис.1.9 Пирамидальная сборка секций с совмещенными(верхний рисунок) и разнесенными стыками(нижний рисунок), 1-днищевые секции,2-бортовые секции,3-межсекционные стыки.

Достоинством пирамидального способа являются минимальные сварочные деформации (по сравнению с другими схемами сборки),главный недостаток-относительно длинный срок строительства корпуса судна,в связи с чем пирамидальный способ применяется в основном при постройке судов среднего водоизмещения .

Схема формирования корпуса по отсекам соответствует блочному способу сборки с тем отличием,что отсек формируется полностью из секций ,образующих сечение корпуса в данном отсеке.

После сборки смежных отсеков производится сварка монтажного стыка между ними.

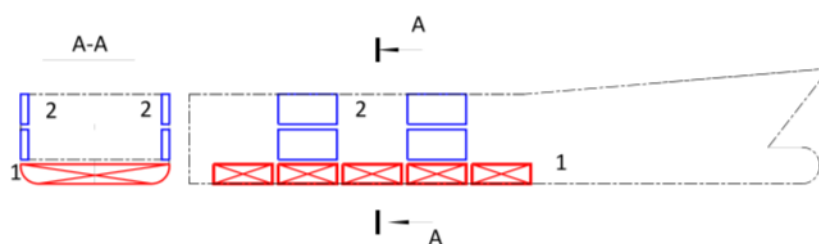


Рис.1.10 Схема сборки по отсекам.1-днищевые секции,2-бортовые секции.Рис.автора.

Схема формирования корпуса по отсекам обладает теми же достоинствами и недостатками,что и пирамидальная схема,так как по сути является разновидностью последней.

Островной способ формирования корпуса характерен закладкой днищевых секций одновременно в нескольких местах,обычно в носовом и кормовом районах. Островной

способ является усовершенствованным вариантом пирамидального способа: пирамиды формируются одновременно в нескольких районах судна.

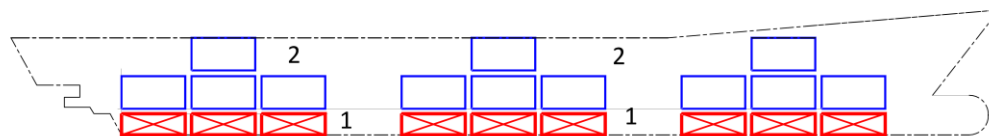


Рис.1.11 Схема формирования корпуса судна островным способом 1-днищевые секции, 2-бортовые секции. Рисунок автора

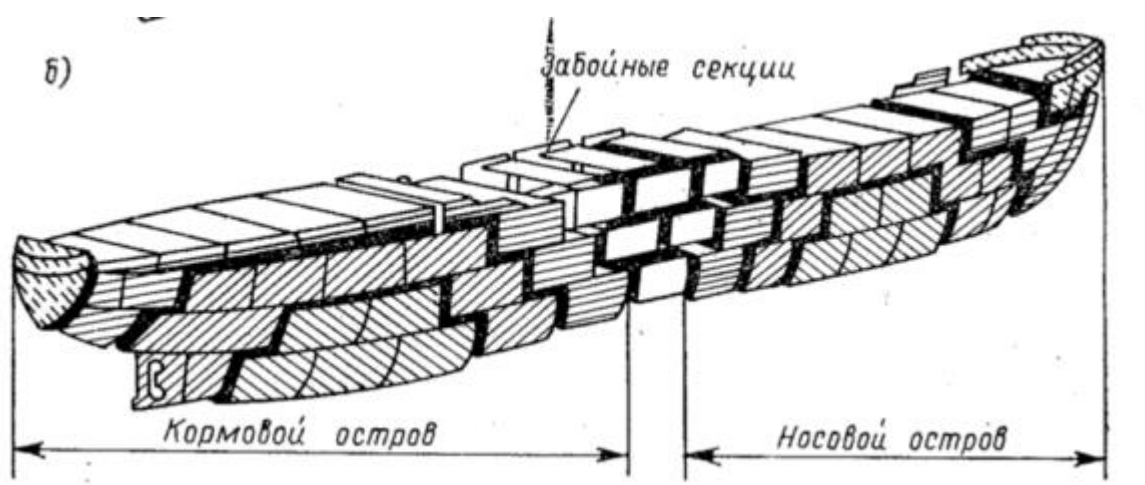


Рис 1.12. Схема формирования корпуса судна островным способом. Источник (3) стр.223

Достоинствами островного способа являются возможность обеспечения широкого фронта работ в разных районах судна одновременно при небольшой общей деформации корпуса, т.е. схема производительна при удовлетворительном качестве. В связи с этим островная схема (наряду с блочной и блок-секционной) широко применяется при строительстве крупных судов.

2.3. Блочный метод сборки корпуса судна

Блочный способ строительства является наиболее прогрессивным и экономически наиболее целесообразным современным методом в мировом судостроении.

Блочный способ предусматривает строительство корпуса из строительных блоков.



Рис 1.13. Подача блока носовой надстройки судна для соединения с корпусом.

Блоки представляют собой крупные сборочные единицы, состоящие из секций и ограниченные обычно плоскостью, параллельной мидель-шпангоуту.

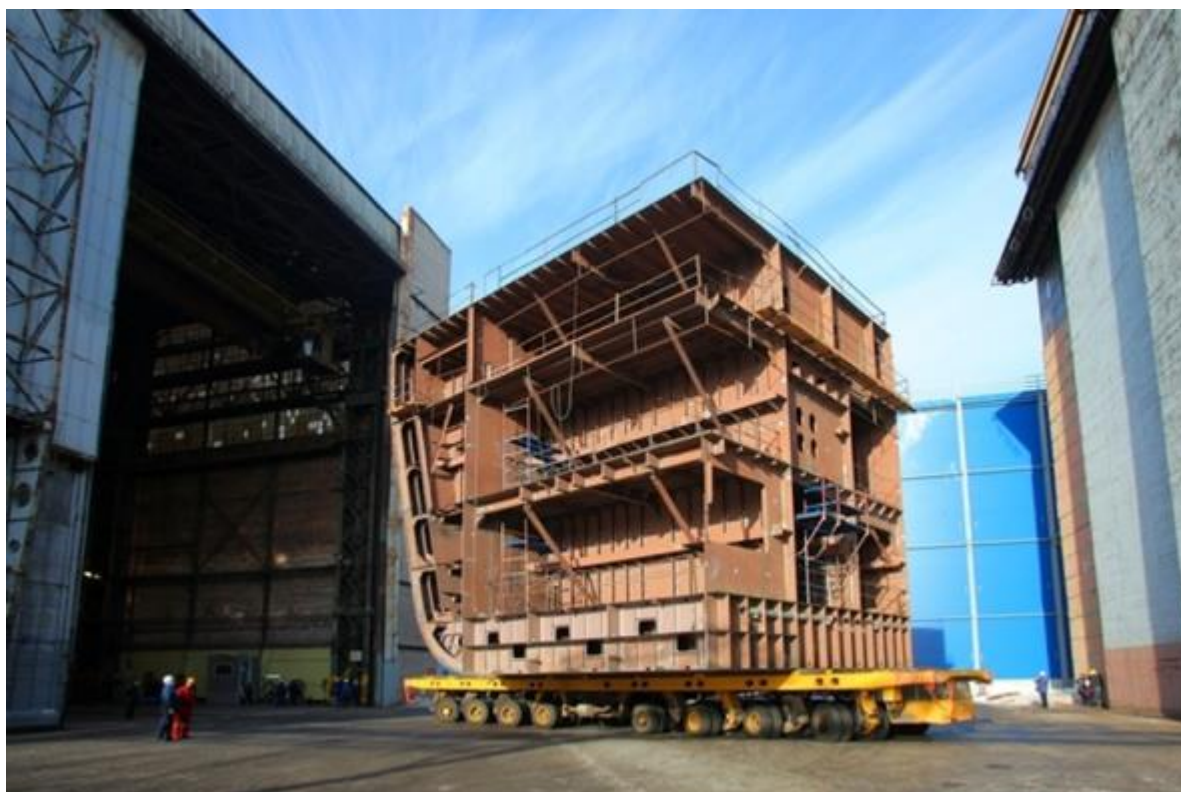


Рис.1.14 Транспортирование блок-секции судна из цеха в сухой док предприятия STX Finland, Финляндия.

В практике современного судостроения различают **2 разновидности** блочного метода:

- блок-секционный
- блок-судовой.

Блок –секционный способ подразумевает подачу на стапель **блок-секций**.

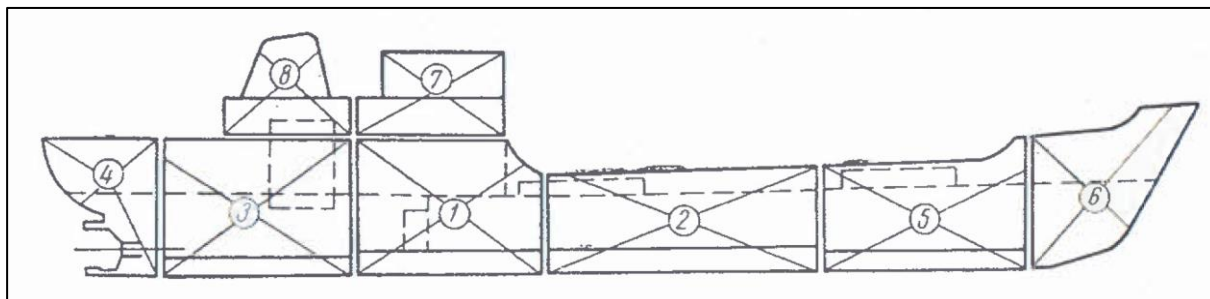


Рис.1.15 Схема формирования корпуса судна из 8 блок –секций .1-8-номера блок-секций

Блок-секция(блок секций) - объемная часть корпуса судна, состоящая из нескольких секций, узлов и деталей ограниченная плоскостями , параллельными мидель-шпангоуту.

Секции собирают в блоки для уменьшения объема стапельных работ.

Блок секции в зависимости от технологических возможностей судостроительного предприятия могут иметь протяженность от борта до борта и образовывать таким образом часть отсека либо занимать частичный объем –например от ДП до борта . Пример такой секции изображен на рис. 1.14.

Обычно блок секции не имеют внутреннего насыщения, не обладают плавучестью, поэтому их перемещение возможно сухопутным способом с помощью специальных грузоподъемных машин и механизмов, включая краны предприятия.

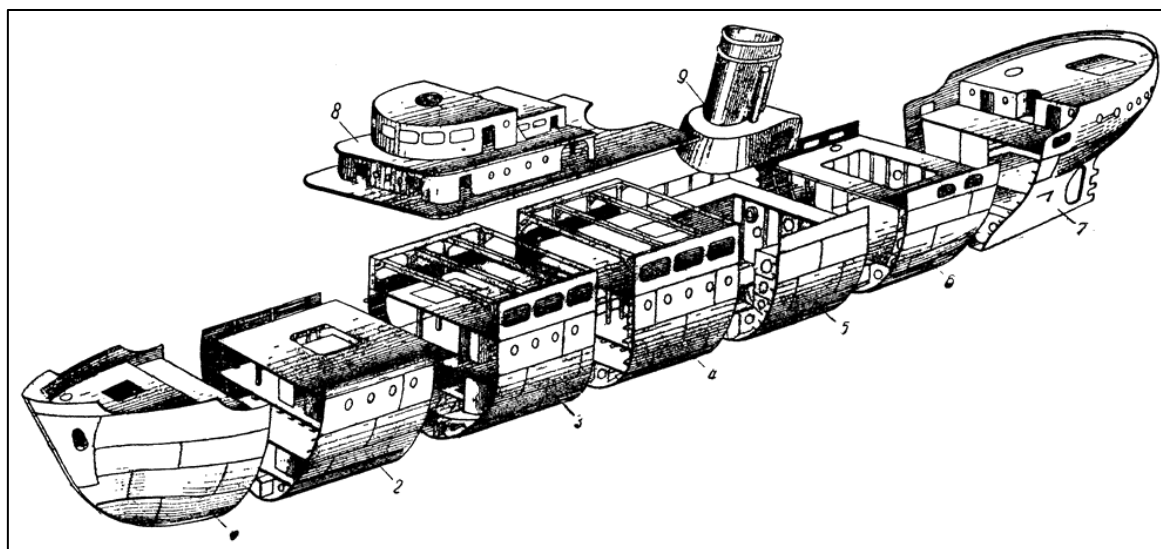


Рис1.16 Схема формирования корпуса судна из 9 блок-секций (без насыщения).

Блок-судовой или собственно блочный метод подразумевает подготовку и сборку **блоков судна** – крупных сборочных единиц, сформированных из секций, имеющих обычно внутреннее насыщение (агрегаты, трубопроводы и т.п.) и ограниченных обычно поперечными переборками.

Блочный судовой метод является дальнейшим развитием блок-секционного метода.

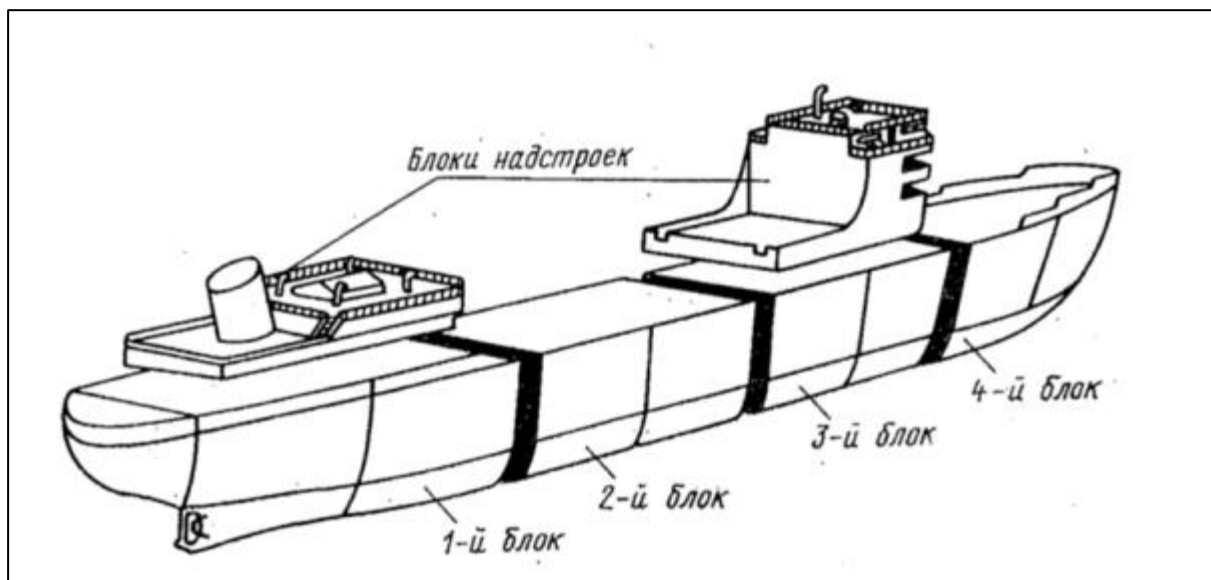


Рис 1.17. Схема формирования корпуса судна блочным методом . Источник (3) стр.224



Рис.1.18 Сборка в сухом доке корпуса авианосца из блоков .
Источник : <http://fotoflota.livejournal.com/17421.html>



Рис.1.19 Изготовление блока судна.

Источник :

<http://base.safework.ru/iloenc?navigator&spack=110LogLength%3D0%26LogNumDoc%3D857200627%26listid%3D010000000100%26listpos%3D1%26lsz%3D3%26nd%3D857200627%26nh%3D1%26>

James R. Thornton

Блоки судна являются сборочными элементами, имеющими высокую степень готовности.

Блоки судна являются крупными сборочными единицами. Они ограничены поперечными водонепроницаемыми переборками, поэтому обычно обладают плавучестью и могут быть буксированы по воде.

Применение и дальнейшее развитие блочного способа при строительстве крупных и особо крупных океанских судов на современных судостроительных верфях ограничивается возможностями грузоподъемного и транспортного оборудования судостроительного предприятия.



Рис 1.20 Заводка блока английского авианосца Queen Elizabeth в док
 Источник : <http://fotoflota.livejournal.com/17421.html>

В силу указанного ограничения в практике судостроения часто используется **смешанный блочный** способ, когда судно строится частично из блоков, а частично из блоков секций и секций, которые подаются непосредственно на стапель и инкорпорируются на стапеле в состав блока либо непосредственно в состав корпуса.

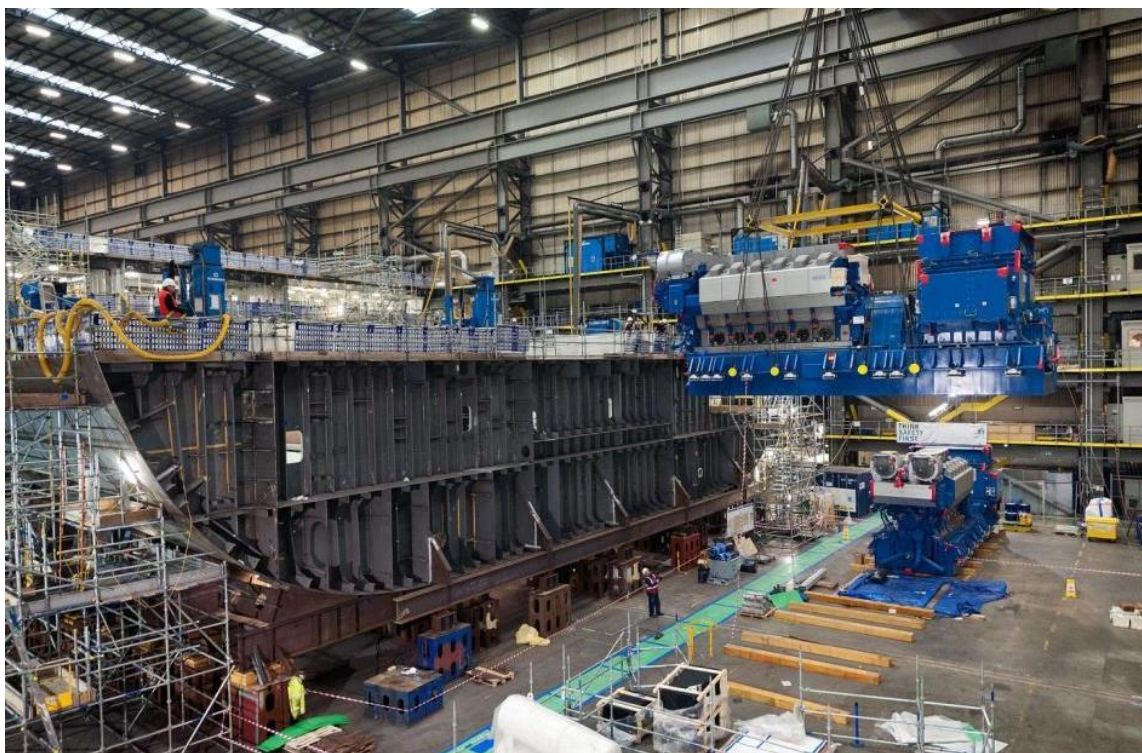


Рис 1.21 Сборка блока машинного отделения судна в крытом доке
 Источник : <http://fotoflota.livejournal.com/17421.html>

2.4. Модульный метод сборки корпуса судна

В последнее время в судостроении применяется **модульный** способ формирования, когда в качестве сборочной единицы используются модули.

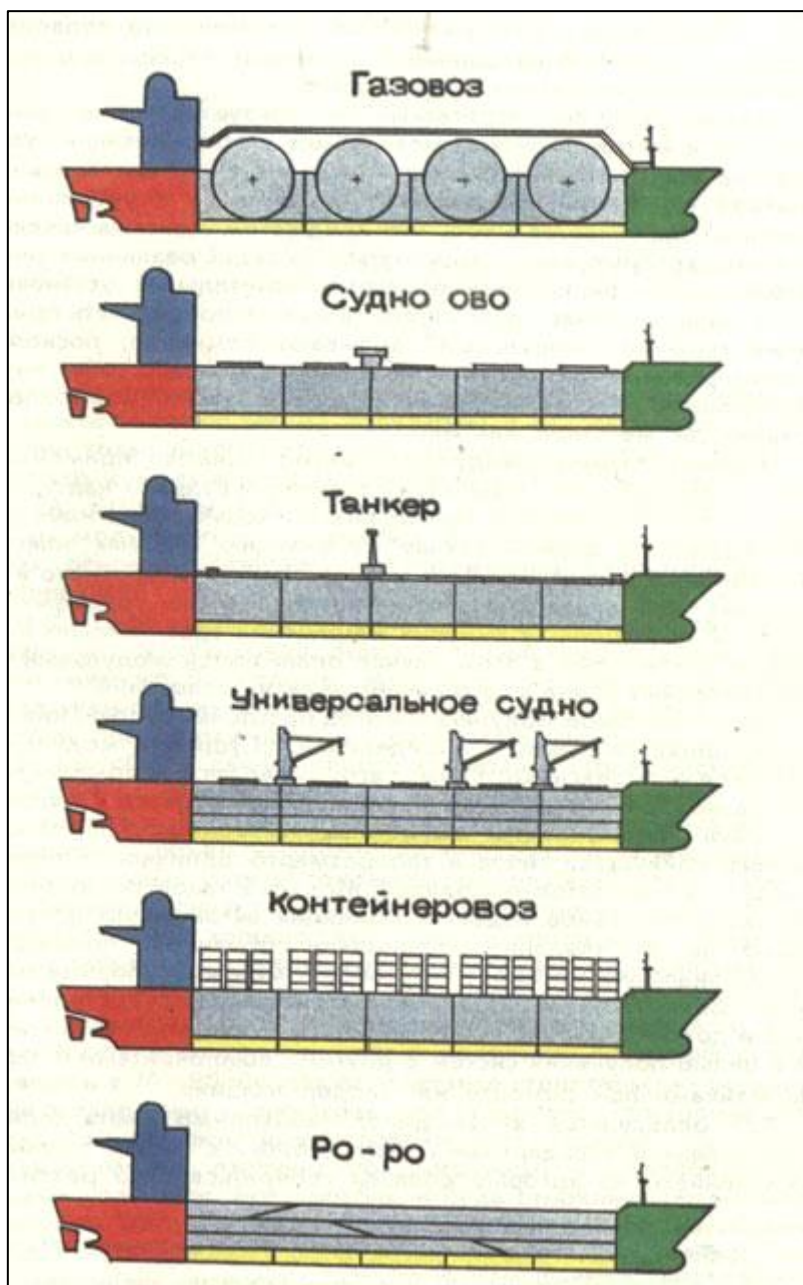


Рис.1.22 Схема формирования судов различного назначения с использованием функциональных модулей носовой оконечности и кормового модуля с машинным отделением.Источник : (12)

Модульный метод заключается в сборке судов разных архитектурно-конструктивных типов и размеров из заранее разработанных общих модуль-элементов —

конструктивных (КМ) и функциональных (ФМ) модулей — конструктивно и технологически законченных типовых или стандартных сборочных единиц, насыщенных трубопроводами, механизмами, приборами и оборудованием. Наиболее перспективными в качестве ФМ являются крупные сборочные единицы кормовой и носовой оконечностей с ЭУ, блоки судовых помещений и надстройки в сборе. Состав модулей определяет метод модуль-ного проектирования: использование только модуль-блоков — блочно-модульный, модуль-панелей — модуль-панельный. Модульное судостроение обеспечивает перенос большого объема работ со стапеля и с участков достройки на специализированные предприятия, приспособленные к массовому производству.

Модули обычно изготавливаются герметичными и обладают определенной плавучестью, что позволяет транспортировать их к месту достройки морем, как самостоятельные плавающие сооружения.



Рис.1.23 Пример плавучего модуля.

Носовая часть строящегося для ВМФ России десантного вертолетного корабля-дока "Владивосток" после технического спуска на воду и временного вывода из строительного сухого дока верфи STX France. Сен-Назер, 19.07.2013

Источник: <http://topwar.ru/31082-nosovaya-chast-vladivostoka-na-plavu.html>

3. ТЕХНОЛОГИИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КОРПУСА СУДНА

3.1. Принципиальный технологический процесс постройки судна

«Принципиальный технологический процесс постройки судна» выпускают в виде пояснительной записки, содержащей описание принятого метода выполнения основных работ по постройке: изготовлению деталей, сборке и сварке узлов, плоскостных и объемных секций, блок-секций, блоков, подготовке проверочных устройств стапеля, стапельной сборке корпуса и надстроек, изготовлению деревянных конструкций, изготовлению и монтажу трубопроводов и систем, монтажу главных, вспомогательных и палубных механизмов, устройств и электрорадиооборудования, установке различных приборов на судне (навигационных, сигнализации и др.).

Этот процесс содержит также перечень основной рекомендуемой технологической оснастки, необходимой для постройки судна.

Наряду с выпуском рабочих и технологических чертежей, разрабатывают документы (записки, карты и др.), в которых по всем операциям исполнения технологического процесса указывают способы и последовательность выполнения работ, применяемые приспособления и инструмент, трудоемкость, время и место выполнения работ, а также основные требования по приемке.

Принципиальный технологический процесс сборки и сварки корпусных конструкций состоит из следующих основных технологических операций: подготовки места сборки, раскладки деталей согласно чертежу; судовой разметки и маркировки (контуровки, разметки мест установки набора и деталей насыщения); резки и строжки (удаления припусков, разделки кромок шва под сварку); пневматической рубки (разделки корня шва, удаления временных креплений); зачистки кромок шва под сварку; установки деталей по разметке и закреплению их под сварку (как и чем); сварки; правки после сварки; контуровки; проверки и приемки конструкции.

3.2. Виды технологической документации

При изготовлении корпусных конструкций в сборочно-сварочном цехе используют следующие **виды технологической документации**:

- **типовые технологические процессы сборки и сварки секций**, содержащие общий принципиальный технологический процесс сборки (например прямые плоские днищевые секции цилиндрической вставки; то же — бортовые секции). Они определяют порядок и последовательность сборки и сварки, способ крепления деталей, необходимую сборочную оснастку, величину зазоров между стыкуемыми кромками деталей под сварку, допуски на величину смещения кромок стыкуемых деталей, места и размеры зачистки кромок сварных швов, режимы сварки, порядок

заполнения разделки сварного соединения, марки сварных материалов (сварочная проволока, электроды, флюс), способы и объем контроля сборки и сварки;

- **технолого-нормировочные карты** сборочно-сварочного цеха, состоящие из двух разделов: технологического и норм времени (в нормо-часах) на выполнение работ. Эта карта содержит номера этапа, комплекта, секции, чертежа, проекта судна, наименование работ, положение шва, толщину материала, вид разделки, разряд работы, норму времени по каждой операции и др.;
- **комплектовочные ведомости на секцию**, содержащие перечень всех входящих в нее деталей, где указано, какие детали идут на узловую или секционную сборку, а какие подают на стапель россыпью (с указанием причин, например, из-за проходящих затем трубопроводов, систем, кабелей или других причин);
- **ведомости насыщения**, в которых приводят перечень всех деталей насыщения, входящих в данную секцию, и их количество;
- **инструкции по проведению некоторых видов работ** (разметочные, проверочные, испытания на непроницаемость и др.).

Судосборщик должен выполнять работу в полном соответствии с рабочими чертежами и технологической документацией!

В практике судостроения разработаны **типовые технологические процессы** (типовые технологии) для сборки на стапеле корпусов судов секционным и блочным методами. Типовые технологические процессы стапельной постройки оформлены отраслевыми стандартами и содержат в концентрированном виде систематизированный опыт строительства судов.

3.3. Типовые технологические процессы при сборке секций на стапеле

Секции и блоки в судостроении классифицированы по типам –днищевые, бортовые и т.д. Всего в судостроении принято классифицировать секции по 30 типам. Подробно классификация секций по типам приведена в теме 2.

Каждому классификационному типу секции соответствует своя номенклатура и последовательность выполнения работ при стапельной сборке в составе корпуса. Другими словами, при сборке судна из секций на стапеле при добавлении в корпус определенной секции (бортовой, палубной и т.п.) определенной конструкции должны быть выполнены в строго определенной технологической последовательности определенные технологические процессы описанные в стандарте.

В связи с постоянным развитием судостроительной отрасли и появлением новых типов секций в случае формирования корпуса судна из секций или блоков секций не

предусмотренных классификацией судостроительных стандартов завод-судостроитель разрабатывает специальную технологию стапельной сборки.

Номенклатура и последовательность выполнения работ при стапельной сборке оформлены в виде 37 шифров технологических операций, формирующих технологические процессы стапельной сборки секций всех типов.

В укрупненном виде указанные операции могут быть приведены к нижеперечисленным базовым технологическим операциям, из которых формируются **типовые технологические процессы изготовления корпусов судов** на стапеле:

- проверка и разметка
- газовая резка
- газовой и воздушно-дуговая строжка
- сборка и сварка
- клепка
- контроль комплектности и качества
- правка корпусных конструкций
- испытание корпуса на непроницаемость и герметичность
- грунтование и окрашивание.

Примером того, как перечисленные выше операции в определенной последовательности образуют типовые технологические процессы для сборки типовых секций, может быть стандартизованный **типовый технологический процесс** стыкования днищевых секций.

Таблица 1. Типовой технологический процесс стыкования днищевых секций.

№	Технологические операции и переходы	Оснастка	Технологические требования
1	Установка базовой (закладной) секции на опорные устройства и проверка ее положения	Кран, теодолит, нивелир	
2	Предварительная установка примыкающих секций и причерчивание	Кран, стягивающие приспособления	
3	Отвод примыкающей секции ,обрезка припуска	Кран, газовая резка	
4	Окончательная установка примыкающей секции и проверка ее положения	Кран, стягивающие приспособления	

5	Временное соединение монтажного стыка	Прихватки	Стыки – на электроприхватках, пазы – на гребенках
6	Совмещение набора примыкающей секции	Приспособления	Обеспечение монтажного зазора
7	Сварка основных швов по наружной обшивке и по настилу второго дна	Полуавтомат MIG/MAG	Первыми свариваются стыки
8	Сварка стыков набора	Полуавтомат MIG/MAG	
9	Проверка качества сварки и положения кромок	Средства неразрушающего контроля	

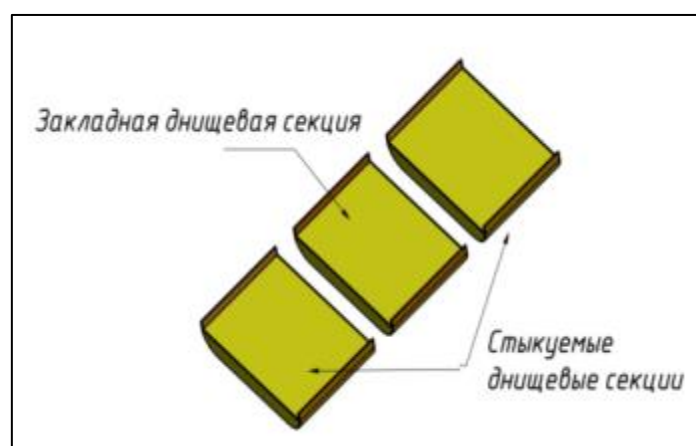


Рис.1.24 Установка днищевых секций .Рис автора

Таблица 2. Типовой технологический процесс установки и стыкования секций поперечных переборок с припуском по нижней кромке

№	Технологические операции и переходы	Оснастка	Технологические требования
1	Разметка мест установки переборок на настил второго дна или обшивки	Лазерный нивелир, разметочный инструмент	
2	Предварительная установка и закрепление переборки	Кран, сборочные приспособления	
3	Проверка положения переборки	Нивелир, измерительный инструмент	
4	Причерчивание переборки по настилу второго дна или по обшивке	Разметочный инструмент	
5	Подъем переборки и обрезка припуска	Кран, газовая резка, пневмозубила	
6	Окончательная установка переборки и проверка положения	Кран	
7	Подгонка кромок переборки ко второму дну или обшивке и прихватка	Пневмомолоток, сварочный полуавтомат	

8	Сварка переборки с настилом второго дна или с обшивкой	Полуавтомат сварочный	
9	Проверка качества сварных швов	Средства неразрушающего контроля	

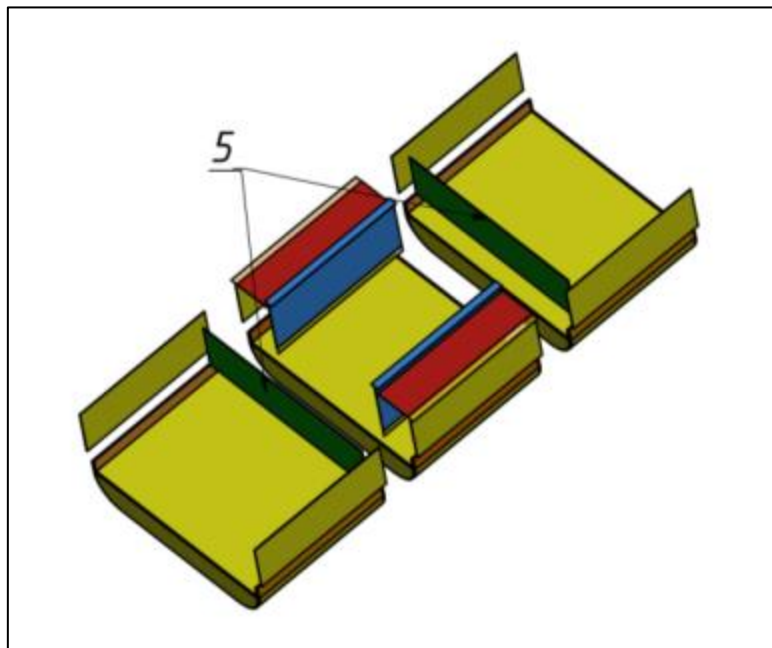


Рис 1.25 Схема установки носовой и кормовой поперечных переборок 5 при сборке корпуса секционным способом. Рис.автора

Таблица 3. Типовой технологический процесс установки бортовых и палубных секций

№	Технологические операции и переходы	Оснастка	Технологические требования
1	Установка на место секции и временное закрепление	Кран, стапель-кондуктор	
2	Проверка положения секции	Мерительный инструмент	
3	Причерчивание секции по прилегающим кромкам	Разметочный инструмент	
4	Отведение секции в сторону и обрезка припусков	Кран, газокислородная резка	
5	Окончательная установка секций, проверка их положения	Кран, мерительный инструмент	
6	Сборка на временных соединениях монтажных стыков	Полуавтомат MAG	Стыки электроприхватками пазы обшивки и настила-на гребенках
7	Совмещение концов продольного и поперечного набора	Доводочные приспособления	
8	Сварка обшивки или настила палубы	Полуавтомат	
9	Прихватка и сварка набора между	Полуавтомат, ручная	

	собой	дуговая сварка	
10	Сварка набора с обшивкой	Полуавтомат	
11	Проверка качества сварных швов	Средства неразрушающего контроля	

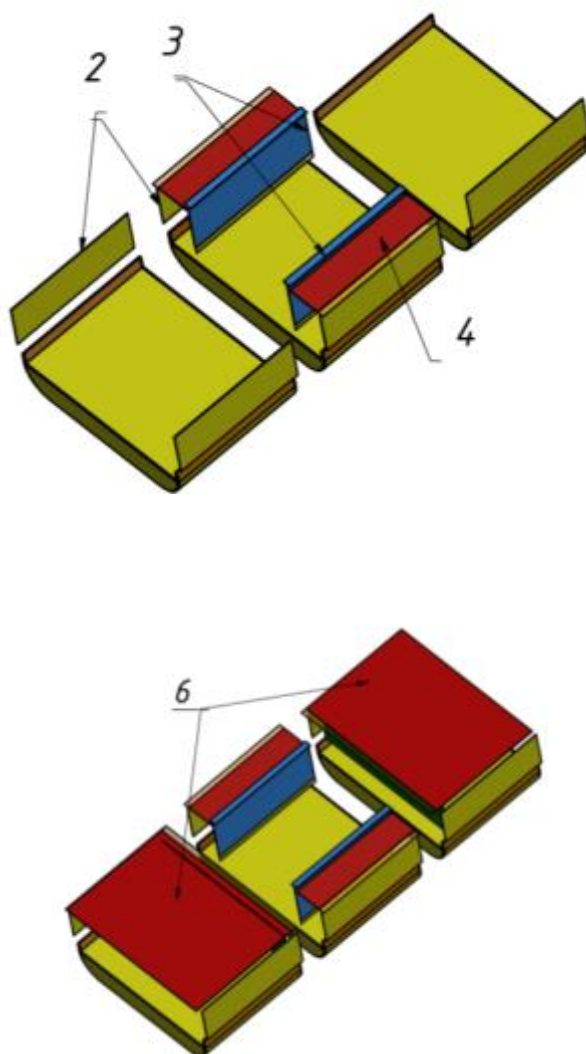


Рис.1.26 Схема установки бортовых и палубных секций.Рис.автора

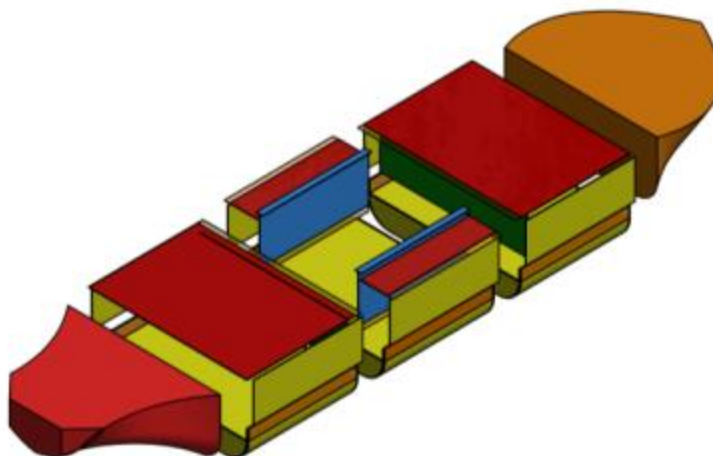


Рис.1.27 Установка блоков носовой и кормовой оконечностей. Окончание формирования корпуса. Рис автора.

NB! В технологических процессах сборки особое место занимают проверочные работы, которые выполняются для совмещения линий шпангоутов, ДП, стыкуемых секций и стапеля, определения вертикального и горизонтального положений секций и корпуса судна в целом. Подробно проверочные работы на стапеле описаны в теме 13 настоящего модуля.

3.4. Технология формирования корпуса судна пирамидальным способом

В общем случае при строительстве корпуса пирамидальным методом отраслевой стандарт предписывает соблюдение следующей последовательности сборки секций на стапельном месте:

1. В качестве закладной устанавливается центральная днищевая секция, к которой присоединяются скуловые секции.
2. При наличии днищевых монтажных пазов с торцов закладной секции устанавливаются по одной скуловой секции днища, а при наличии двух монтажных пазов - по одной средней секции. Таким образом на всю ширину строящегося судна должно быть установлено по одному ряду секций, расположенных в нос и корму от закладной секции днища.
3. Установить на всю ширину корпуса поперечную переборку. Поперечная переборка может быть установлена после установки бортовых секций при наличии на бортовых секциях переборочных комингсов.

4. Установить секции продольных переборок .
5. Установить бортовые секции в районе корпуса судна,ограниченном монтажными стыками закладных днищевых секций.
6. В районе закладных днищевых секций, ограниченном их монтажными стыками,установить секции палуб или платформ по всей ширине судна.
7. С учетом количества палуб и платформ,наличия монтажных разъемов на бортах и преборках,а также требований расширения фронта корпусных,монтажных и достроечных работ произвести дальнейшее формирование корпуса строящегося судна с установкой секций в последовательности приведенной в п.п. 1-6

Пирамида корпуса судна может формироваться с одновременным ее развитием в направлении носа и кормы строящегося судна или с некоторым опережением формирования ее кормовой или носовой части.

3.5. Технология формирования корпуса судна островным способом

Рассмотрим случай постройки двухостровного судна (т.е. имеющего 2 строительных острова):

1. Установить в месте закладки островов корпуса днищевые секции.
2. Произвести одновременное или с некоторым смещением во времени формирование островов корпуса строящегося судна с установкой секций в последовательности, определенной п.п.2-6 главы 3.2
3. После окончания сборки и сварки соединений днищевых и бортовых секций, расположенных по монтажным стыкам смежных островов,в днищевой части корпуса установить забойные днищевые секции и узлы. Сварить пазы и стыки забойных днищевых секций.
4. Аналогично п.3 установить забойные бортовые секции и выполнить сборочные и сварочные работы по соединениям забойных элементов.
5. Установить забойные секции переборок и палубы и соединить их со смежными конструкциями.
6. Выполнить сварку кольцевого монтажного стыка между кромками забойных секций, закрепленных на эластичных креплениях и кромками секций , входящих в состав островов строящегося судна.

3.6. Технология формирования корпуса судна блочным методом

1. Установить на стапеле закладной блок судна и зафиксировать.
 2. Подать на стапельное место блоки секций корпуса судна, смежные с ранее установленными закладными блоками и состыковать их одновременно по обоим стыкам закладных блоков.
 3. Монтажные стыки блоков и секций завариваются в последовательности: :
 - 1 - сварка стыка наружной обшивки бортов и настила верхней палубы,
 - 2 - сварка монтажного стыка настила второго дна
 - 3 - сварка стыка набора второго дна – киля, днищевых стрингеров
 - 4 - сварка настила промежуточных палуб, продольных переборок
 - 5 - стыки продольного набора бортов
- В свою очередь каждый упомянутый монтажный стык должен быть сварен в следующей последовательности:

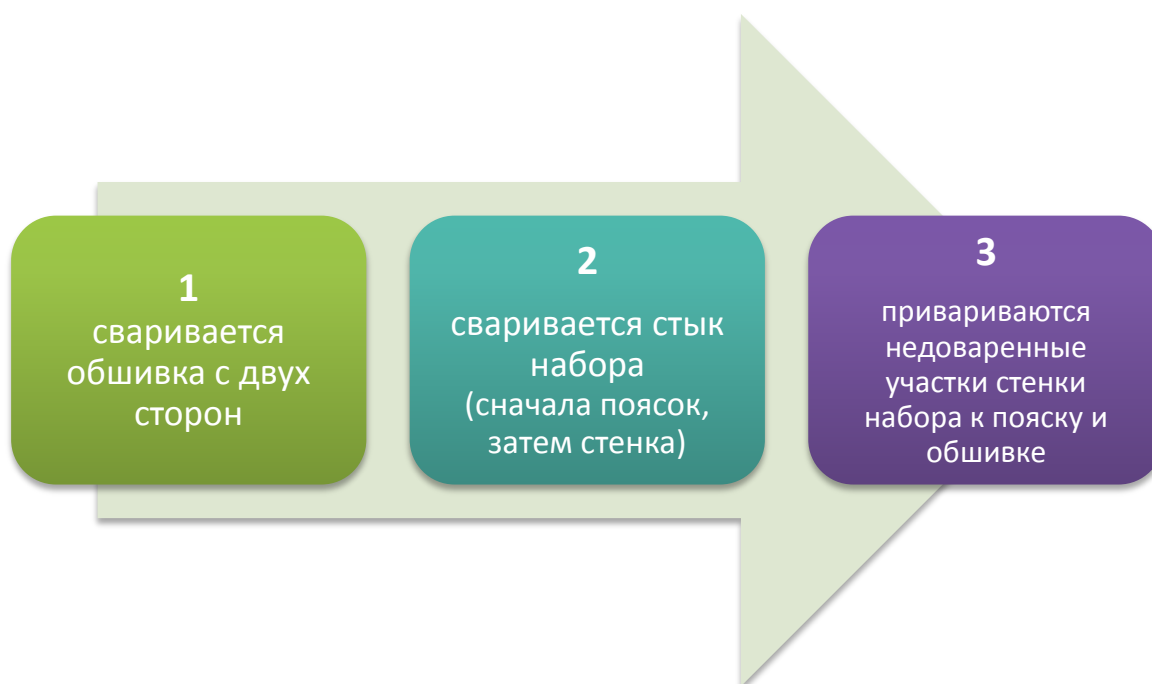


Рис.1.28 Последовательность сварки монтажного стыка

4. В необходимой технологической последовательности, обеспечивающей особенности формирования корпуса, подать на стапельное место последующие блоки секций и состыковать их с ранее установленными, выполняя каждый раз работы согласно п.3.

3.7. Особенности технологии сборки при блочном формировании корпуса

При сборке корпуса блочным методом должны выполняться дополнительные технологические требования :

- 1) необходимо обеспечить устойчивое положение и закрепление свободных концов отдельных секций у монтажных стыков в процессе формирования блока,
- 2) необходимо обеспечить высокую точность проверки формы и размеров блоков, а также обводов кромок, подлежащих соединению со смежными блоками. Поэтому сборка и сварка блоков обычно производится в **стапель-кондукторах**, представляющих оснастку для фиксирования взаимного положения собираемых в блок секций и их поддержания при сборке блока

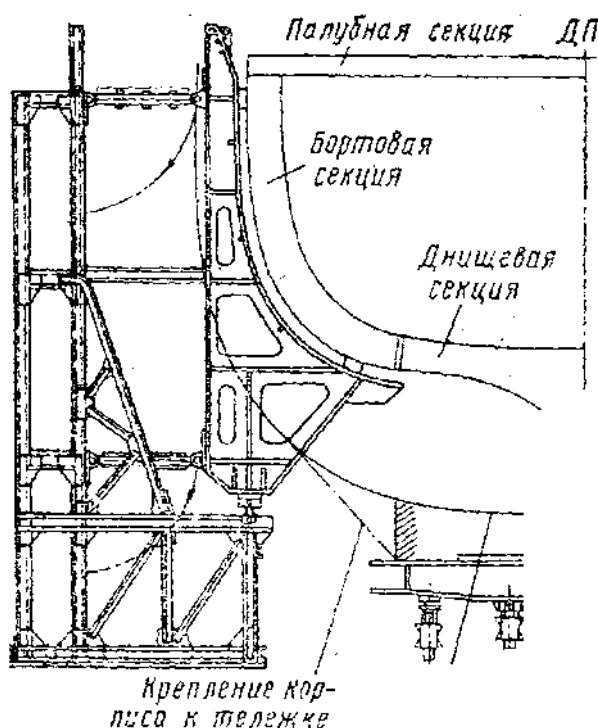


Рис.1.29 Схема стапель-кондуктора для сборки блок-секций.Источник (8).

- 3) должны быть оставлены недоваренными продольные швы блока на длине 0,6-1,0 м от монтажного стыка. Заварка этих швов производится после сварки монтажного стыка.

Примечание: Формирование блоков может быть произведено в сборочно-сварочном цехе, на стапеле либо на другом предприятии.

- 4) должна быть проверена правильность положения блоков на стапельном месте, включая проверку по крену и дифференту.

5) сварка кольцевого монтажного стыка блока производится одновременно максимально возможным количеством сварщиков, для чего монтажный стык разбивается на участки и маркируется краской, видимой сварщику.

Основное направление сварки кольцевых монтажных стыков корпуса надводных кораблей должно быть:

по ширине – от ДП к бортам

по высоте – от вертикального киля и ВП к району нейтральной оси (середины высоты судна)

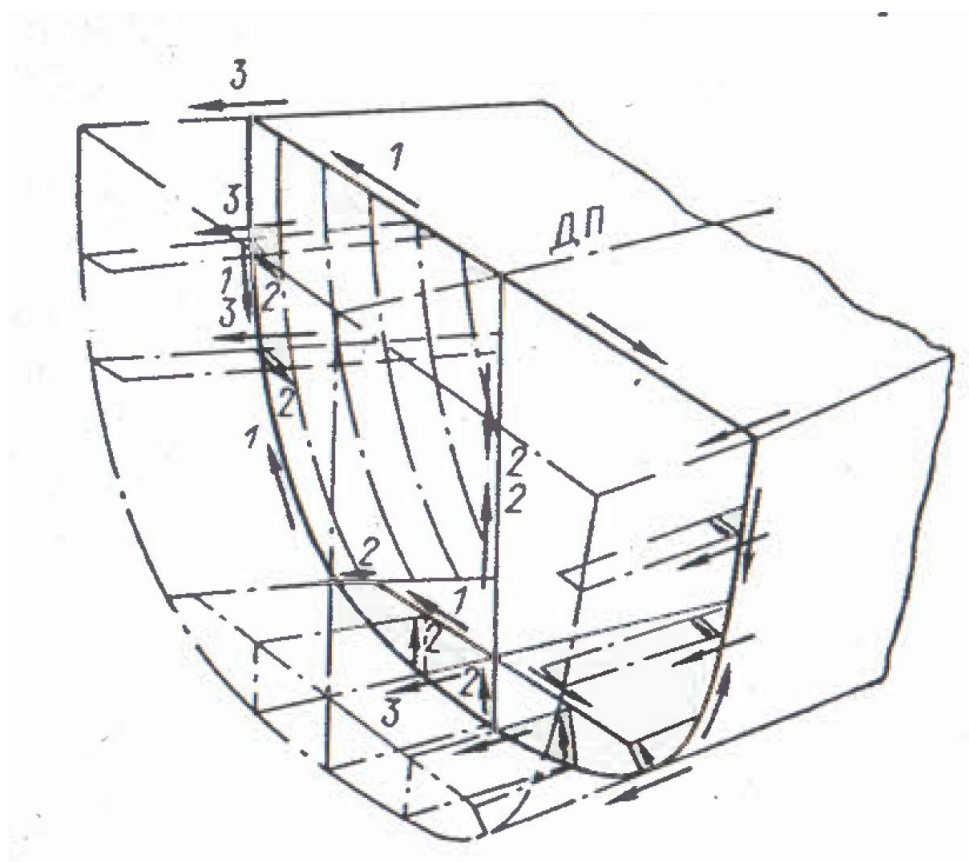


Рис.1.30 Схема последовательности сварки монтажного стыка блока.Источник (8).

Для обеспечения выполнения вертикальной сварки в бортовых стрингерах и палубе, если она установлена в районе монтажного стыка должны быть вырезаны полукруглые отверстия (т.н.голубницы) радиусом 50 мм .После окончания сварки эти отверстия при необходимости заделываются заглушками.

определенный, заранее намеченный объем работ по сборке и сварке, монтажу оборудования и другие работы.

На последней позиции конвейера постройка судна заканчивается. На соединенных тележках судно вывозят на спусковой стапель для спуска на воду. После спуска производят окончательную достройку, испытания и сдачу судна; объем достроечных работ бывает незначительным. Указанным способом строят небольшие однотипные суда большими сериями.

Поточно-бригадный метод организации работ применяют при постройке более крупных судов, вследствие трудности перемещения тяжеловесных секций с позиции на позицию; секции, составляющие судно, остаются неподвижными, а бригады рабочих переходят с одной секции на другую и выполняют на позициях определенную работу.

При **конвейерном методе** (см рис. ниже) конвейер связан с комплекточным складом, на котором хранят запас деталей, узлов секций, механизмов, оборудования и др. Конвейер разделен на два участка: малый конвейер, на котором собирают блок-секции, и большой конвейер, на котором из блок-секций строят суда.

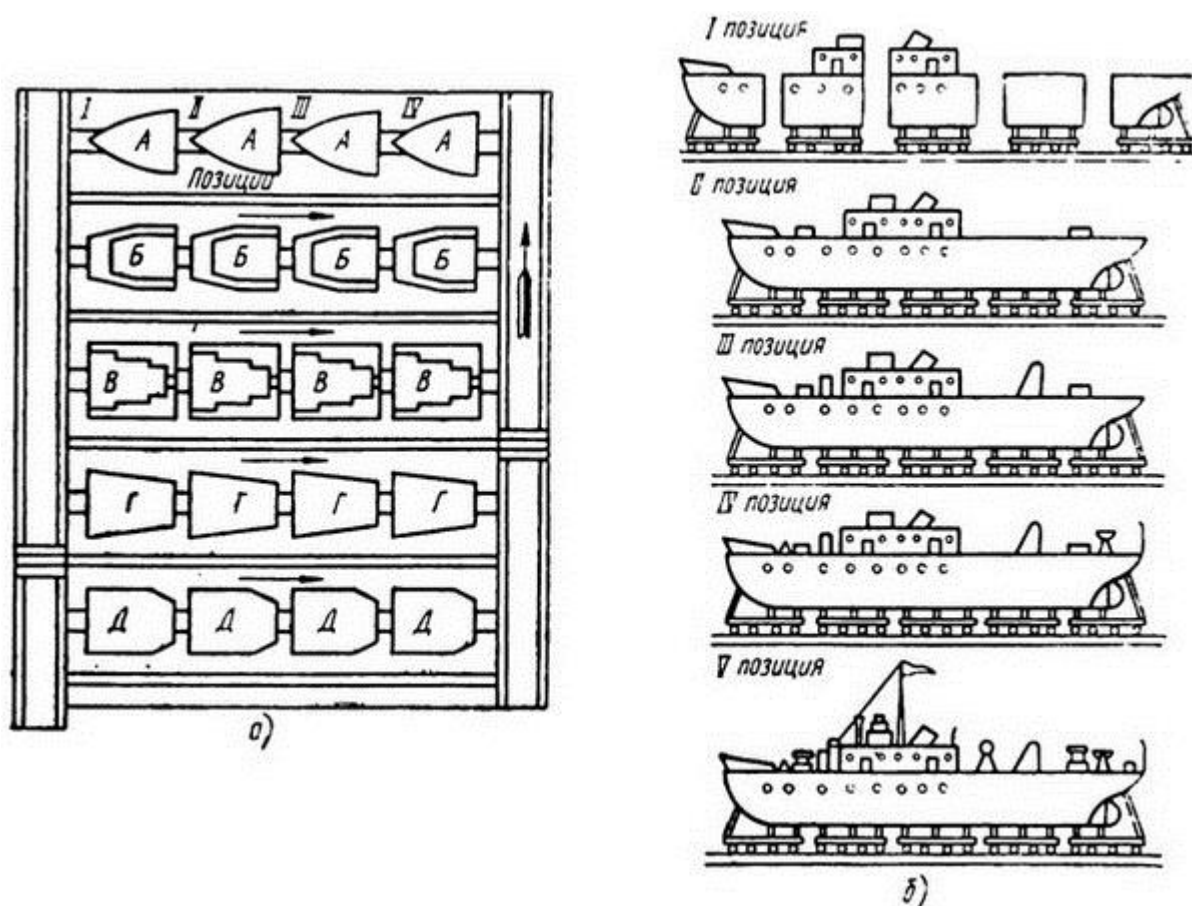


Рис.1.32 Постройка судов конвейерным способом: а — малый конвейер, б — большой конвейер. Источник (4).

Судно разбито на пять блок-секций, причем каждую блок-секцию собирают на отдельной тележке на линиях малого конвейера в четыре позиции. На малом конвейере на двух первых позициях производят сборку и сварку блок-секций, а на двух последних позициях — монтажные, малярные и отделочные работы в отсеках и помещениях блок-секций.

Изготовленные блок-секции передвигают на тележках на большой конвейер с каждой четвертой позиции малого конвейера постепенно, т. е. вначале блок-секции: А, Б, В, Г и Д.

Постройку судна из блок-секций на большом конвейере производят на пяти позициях следующим образом. На первых двух позициях выполняют стыкование и сварку блок-секций, формируя корпус судна, а на трех остальных — окончательные монтажные и достроечные работы. На малом и большом конвейерах секции и корпус судна передвигают с позиции на позицию через равное число дней.

4. АУДИТОРНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА

4.1. Установка днищевой секции

В качестве иллюстрации к изученной теме рассмотрим технологические процессы, выполняемые при установке на стапеле днищевой секции от борта до борта с двойным дном, **классификационный тип секции - 1.**

Общий вид секции:

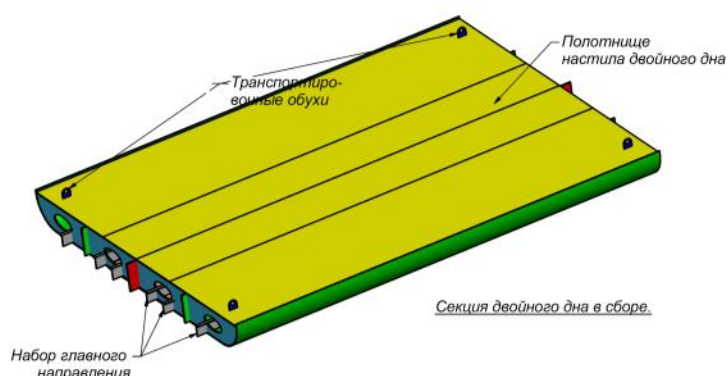


Рис.1.33 Днищевая объемная секция с двойным дном .Рис автора

Последовательность выполнения работ при установке секции на место на стапеле:

1. Подготовка стапельного места перед установкой секции
 - 1.1 Установить по разметке на стапельной плите кильблоки,клетки ,опорные тумбы и судовозные тележки с домкратами и центрирующими устройствами.
 - 1.2 Проверить положение опорных поверхностей подушек киль-блоков .Выровнять опорные поверхности подушек киль-блоков и поперечных балок.
2. Проверка положения и установка секции.
 - 2.1 Проверить правильность положения секции относительно базовых и контрольных линий. Установить секцию с помощью элементов опорного устройства , а затем зафиксировать для причерчивания в соответствии с результатами проведенной проверки.

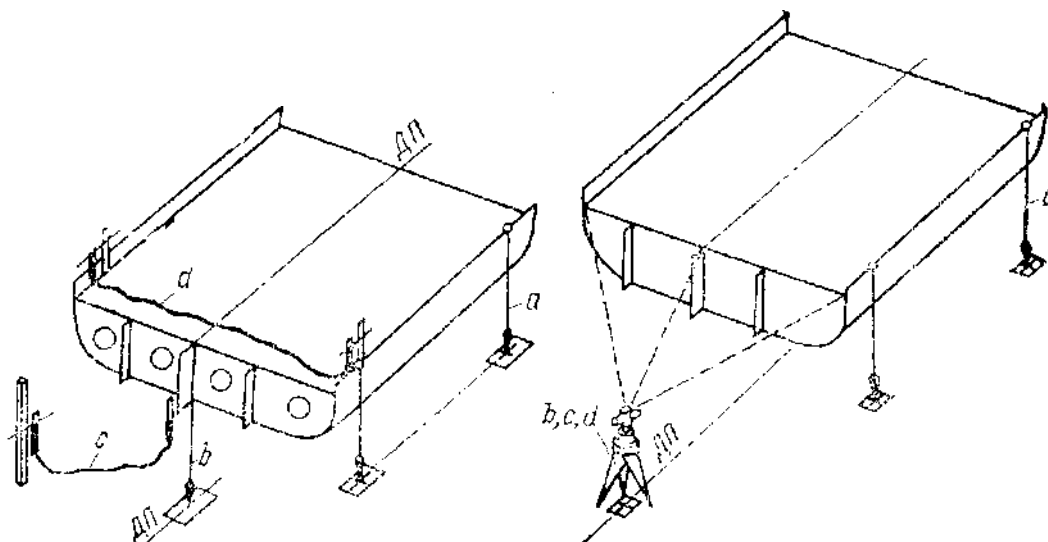


Рис. 1.34 Два способа проверки положения днищевой секции на стапеле.

3. Удаление монтажных припусков и фиксация секции для сборки.

- 3.1 Причертить монтажные кромки обшивки и набора. Выполнить кернение линии реза и нанести контрольные линии на расстоянии 50-100 мм от линии реза.
- 3.2 Обрезать монтажные припуски по наружной обшивке, полотну, настилу и набору секций, пользуясь нанесенной разметкой.
- 3.3 Разделать фаски под сварку на обрезанных кромках.
- 3.4 Подтянуть и выровнять оконтурованную секцию, проверить размер монтажной шпации, совпадение стыкуемого набора, размер сварочного зазора между стыкуемыми кромками и зафиксировать секцию в этом положении.

4. Сборка соединений наружной обшивки, настилов и набора по стыку секций.

- 4.1 Состыковать кромки наружной обшивки секций и настила, закрепить кромки на электроприхватках.
- 4.2 Состыковать кромки высокого междудонного и рамного набора, закрепляя их на электроприхватках. Поджать набор к обшивке и закрепить.
- 4.3 Состыковать концы балок промежуточного профильного набора, закрепляя их на электроприхватках или гребенках. Поджать набор к обшивке.
- 4.4 Зачистить кромки обшивки, настилов, полотнищ и набора, подлежащие сварки.

5. Сборка соединений настила второго дна и набора по стыку секций

- 5.1 Состыковать кромки настила второго дна выполняя сборку в двух направлениях (от середины к концам) и закрепляя кромки настила второго дна на электроприхватках.
- 5.2 Состыковать концы балок промежуточного профильного набора, закрепляя их на электроприхватках или гребенках. Поджать набор к обшивке и закрепить.
- 5.3 Зачистить кромки настила и набора, подлежащие сварке.
- 5.4 На тонколистовых настилах второго дна и полотне переборок установить подкрепляющие рыбыны.
6. Установка, сборка и сварка деталей и узлов, подаваемых на стапель россыпью.
 - 6.1 Произвести при необходимости правку корпусных конструкций в районе установки деталей и узлов россыпью.
 - 6.2 Разметить места установки деталей и узлов россыпи. Установить их с подгонкой по месту.
 - 6.3 Зачистить кромки деталей и узлов россыпи, подлежащие сварке и места их установки на корпусных конструкциях.
 - 6.4 Проверить правильность установки деталей и узлов россыпи, закрепить их на прихватках.
7. Сдать собранные под сварку соединения секций техническому контролеру.
8. Сварка соединений наружной обшивки и набора по стыку секций
 - 8.1 Сварить в направлении от середины соединения к его концам наружную обшивку и полотно со стороны набора, удалить корень шва и заварить с другой стороны стык обшивки или полотна в обе стороны от диаметральной плоскости одновременно.
 - 8.2 Сварить соединения междудонного и высокого рамного набора, выполняя вначале сварку пояса балок, а потом их стенок.
 - 8.3 Сварить соединения промежуточного профильного набора, выполняя вначале сварку поясков тавровых балок, а затем их стенок.
 - 8.4 Приварить недоваренные участки стенок балок набора к обшивке.
 - 8.5 Выполнить сварку соединений деталей и узлов россыпи с корпусными конструкциями.
9. Сварка стыковых соединений настила второго дна и подкрепляющего их набора.

- 9.1 Подварить стык настила снизу, удалить корень шва и произвести автоматическую сварку с верхней стороны настила, выполняя ее одновременно в двух направлениях от середины к концам соединения.
- 9.2 Выполнить работы по сварке набора, его недоваренных участков, деталей и узлов россыпи аналогично указанному в п.8.
10. Сдать сварные соединения секции техническому контролеру.
11. Произвести контроль качества сварных соединений секции.

4.2. Установка бортовой плоскостной секции с поперечной системой набора

В качестве иллюстрации к изученной теме рассмотрим также технологические процессы, выполняемые при установке на стапеле бортовой плоскостной секции, **классификационный тип секции -9.**

Общий вид секции:

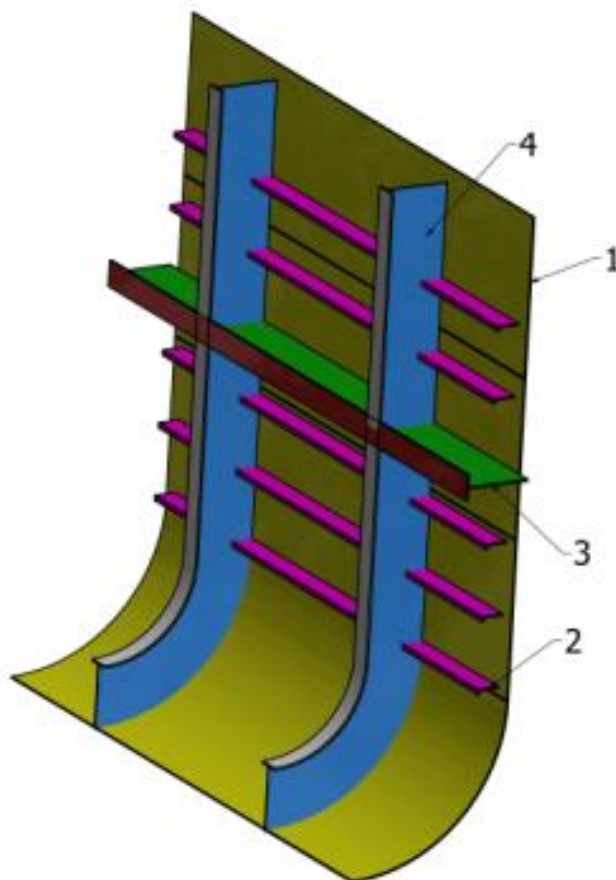


Рис.1.35 Плоскостная бортовая секция с погилью.Рис.автора

В общем укрупненном виде технологический процесс установки бортовых секций состоит из операций:

- установка секции на место и временное закрепление
- проверка положения секции
- причерчивание секции по прилегающим кромкам
- отведение секции в сторону и обрезка припусков,
- окончательная установка секции и проверка положения
- прихватка по стыкам
- совмещение набора
- сварка обшивки, набора и обшивки с набором
- проверка качества сварных швов.

Рассмотрим все операции подробно.

Последовательность выполнения работ при установке секции на место на стапеле:

1. Подготовка перед установкой секции

- 1.1 Разметить на ранее установленных секциях места притыкания обшивки и набора вновь устанавливаемой секции, приварить ограничительные планки для фиксации секции и рымы для ее раскрепления.
- 1.2 Закрепить на устанавливаемой секции элементы крепления лесов, рымы и обухи для фиксации и раскрепления секции. Закрепить к рымам верхний конец оттяжки.

2. Установка и раскрепление секции.

- 2.1 Установить секцию краном на ограничительные планки с возможным совмещением контрольной линии среднего шпангоута секции и отметкой на стапельной плите.
- 2.2 Раскрепить секцию на оттяжках.

3. Проверка положения и установка секции

- 3.1 Проверить правильность положения секции,

- 3.2 Установить секцию с помощью элементов опорного устройства и зафиксировать для причерчивания.

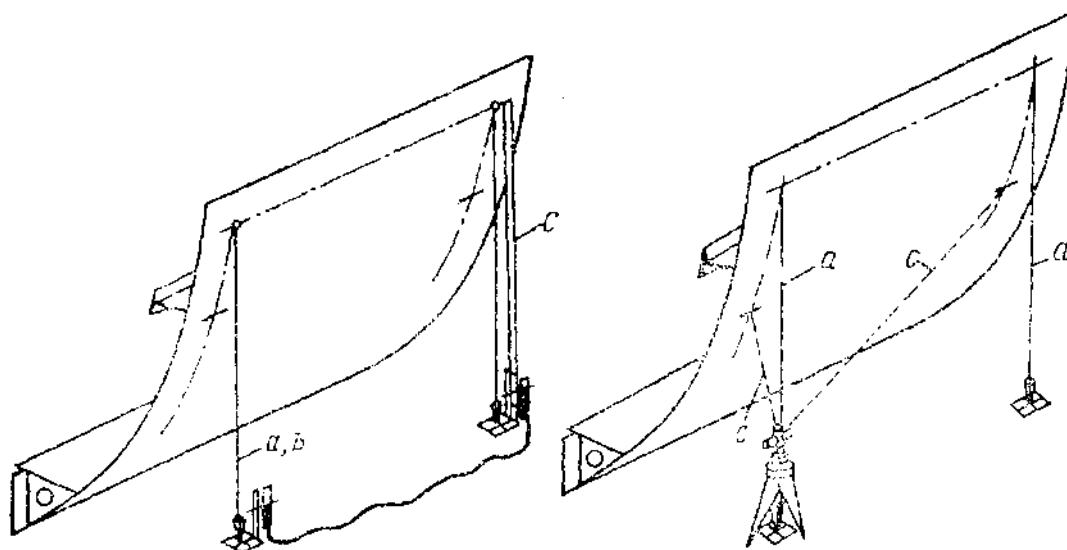


Рис. 1.36 Схема проверки положения бортовых секций Источник (8).

4. Удаление монтажных припусков и фиксация секции для сборки.

- 4.1 Причертить монтажные кромки обшивки и набора. Выполнить кернение линии реза и нанести контрольные линии на расстоянии 50-100мм от линии реза.
- 4.2 Обрезать монтажные припуски по наружной обшивке, пролотну , настилу и набору секции, пользуясь разметкой .
- 4.3 Разделать на кромках соединяемых полотнищ, обшивки, настила и набора секции фаски под сварку.
- 4.4 Подтянуть и выровнять оконтурованную секцию, проверить размер монтажной шпации, совпадение стыкуемого набора, размер сварочного зазора между стыкуемыми кромками и зафиксировать секцию в положении, необходимом для сборки.

5. Сборка соединений наружной обшивки, настилов и набора по пазу секций

- 5.1 Состыковать кромки наружной обшивки секций, выполняя сборку в двух направлениях от середины к концам и закрепляя кромки на электроприхватках
- 5.2 Состыковать кромки рамного набора, закрепляя их на электроприхватках. Поджать набор к обшивке и закрепить.

- 5.3 Состыковать концы балок промежуточногоо профильного набора, закрепляя их на электроприхватках
- 5.4 Зачистить кромки обшивки,настилов,полотнищ и набора,подлежащие сварке.
- 6. Сборка соединений наружной обшивки,настилов и набора по стыку секций.
 - 6.1 Состыковать кромки наружной обшивки, выполняя сборку в одном направлении вверх от углов пересечения стыка и паза или нижней и вертикальной кромок и закрепляя кромки на электроприхватках.
 - 6.2 Состыковать кромки рамного набора, закрепляя их на электроприхватках. Поджать набор к обшивке и закрепить.
 - 6.3 Состыковать концы балок промежуточного набора, закрепить на электроприхватках, поджать набор к обшивке и закрепить.
 - 6.4 Зачистить кромки обшивки,настилов,полотнищ и набора,подлежащие сварке.
- 7. Установка,сборка и сварка деталей и узлов,подаваемых на стапель россыпью.
 - 7.1 Произвести при необходимости правку корпусных конструкций в районе установки деталей и узлов россыпью.
 - 7.2 Разметить места установки деталей и узлов россыпи. Установить их с подгонкой по месту.
 - 7.3 Зачистить кромки деталей и узлов россыпи, подлежащие сварке и места их установки на корпусных конструкциях.
 - 7.4 Проверить правильность установки деталей и узлов россыпи,закрепить их на прихватках.
- 8. Сдать собранные под сварку соединения секций техническому контролеру.
- 9. Сварка соединений наружной обшивки и набора по стыку секций.
 - 9.1 Сварить напроход снизу вверх (от углов пересечения стыка и паза или нижней и вертикальной кромок) соединение обшивки или полотна секции со стороны набора, удалить корень шва и заварить с другой стороны стык обшивки или полотна напроход
 - 9.2 Сварить соединения рамного, а затем промежуточного профильного набора, выполняя вначале сварку поясков тавровых балок , а затем стенок.
 - 9.3 Приварить недоваренные участки стенок балок набора к обшивке.
 - 9.4 Выполнить сварку соединений деталей и узлов россыпи с корпусными конструкциями.

10. Сварка соединений наружной обшивки и набора по пазу секций

10.1 Сварить напроход пазовое соединение наружной обшивки со стороны набора, удалить корень шва и заварить с другой стороны паз напроход.

10.2 Выполнить работы по сварке набора, его недоваренных участков, деталей и узлов россыпи.

11. Сдать сварные соединения секции техническому контролеру.

12. Произвести контроль качества сварных соединений секции.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ТЕМЕ

1. Сколько блоков составляют корпус судна показанного на рис. 1.5 ?
2. Назовите основные методы сборки судового корпуса.
3. Назовите способы формирования корпуса судна секционным методом.
4. В чем заключается отличие блока секций (блок-секции) от блока судна ?
5. Назовите основные способы организации постройки корпуса судна .
6. Как называются устройства для позиционирования и удержания секций на стапеле между собой ?
7. Как называются вырезы в ребрах жесткости для непрерывности поперечного пересекающего шва?
8. В чем различие между пирамидальным и островным способом ?