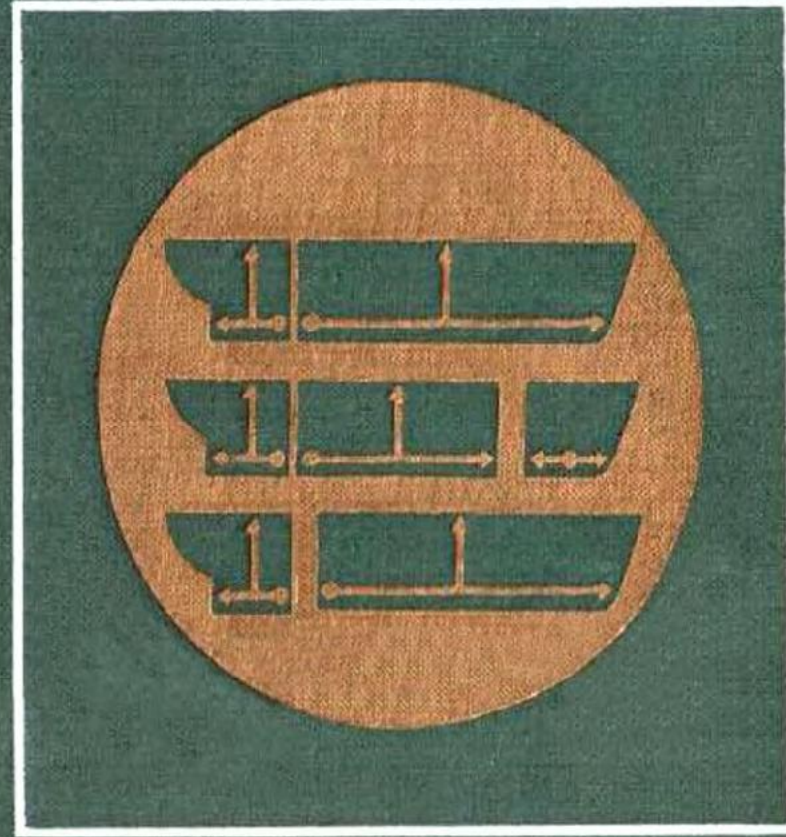


В.В. КУЗЬМЕНКО - В.А. МЕДВЕДЕВ - Е.С. ПУШКА

**СПРАВОЧНИК СУДОВОГО СБОРЩИКА**

**СПРАВОЧНИК СУДОВОГО СБОРЩИКА**



В. К. КУЗЬМЕНКО, Н. А. ФЕДОРОВ,  
Е. Г. ФРИД

# СПРАВОЧНИК СУДОВОГО СБОРЩИКА

*Издание 3-е, дополненное и переработанное*



ИЗДАТЕЛЬСТВО „СУДОСТРОЕНИЕ“  
Ленинград  
1969



В Справочнике приводятся необходимые для сборщиков основные сведения об устройстве судов, судостроительных материалах, чтении чертежей, плазовых и разметочных работах, обработке листового и профильного металла. Основное внимание уделено подробному описанию современной технологии судосборочных работ (сборке и сварке тавровых балок, полотнищ плоскостных секций, поперечных переборок, палубных и бортовых секций, объемных секций — днищевых и оконечностей, надстроек, фундаментов, стрел, изготовлению гофрированных переборок и др.). Описаны электросварочные, газорезательные, пневматические работы и способы испытания корпусных конструкций на непроницаемость, а также спусковые работы в той мере, в какой их знание необходимо рабочим-судосборщикам.

При описании всех видов судосборочных работ рассмотрены прогрессивные приспособления, оснастка, средства механизации, правила техники безопасности, экономика труда и организация рабочих мест судосборщиков. Освещены вопросы, связанные с совмещением профессий в сборочных бригадах.

Настоящее издание Справочника весьма существенно отличается от 1-го и 2-го изданий. В него включены новые материалы о средствах и способах механизации основных и вспомогательных операций при выполнении сборочных работ, а также значительное количество новых рисунков.

Справочник предназначен для квалифицированных рабочих — сборщиков металлических судов.

Стр. 472, таблиц — 66, рисунков — 316, приложения, библиография — 32 названия.

## СОДЕРЖАНИЕ

От авторов . . . . .	8
Раздел первый	
<b>Устройство судов</b>	
§ 1. Общие сведения . . . . .	9
§ 2. Классификация гражданских судов . . . . .	—
§ 3. Форма корпуса судна . . . . .	13
§ 4. Главные размерения и коэффициенты полноты . . . . .	17
§ 5. Эксплуатационные и мореходные качества судна . . . . .	20
§ 6. Общие сведения о прочности судна . . . . .	31
§ 7. Основные конструктивные элементы корпуса . . . . .	33
§ 8. Соединения деталей корпуса . . . . .	40
§ 9. Архитектура судна . . . . .	43
§ 10. Судовые устройства и дельные вещи . . . . .	49
§ 11. Судовые системы . . . . .	58
Раздел второй	
<b>Судостроительные материалы</b>	
§ 12. Химический состав и механические свойства корпусной стали. Прочность. Сортаменты листовой стали . . . . .	60
§ 13. Сортаменты профильной стали, круглой стали и труб . . . . .	71
§ 14. Алюминиевые сплавы в судостроении . . . . .	79
§ 15. Пластмассы. Древесные материалы. Краски. Изоляционные материалы. Клен . . . . .	84
Раздел третий	
<b>Судостроительные чертежи</b>	
§ 16. Классификация судостроительных чертежей и технической документации . . . . .	89
§ 17. Оформление судостроительных рабочих чертежей . . . . .	90
§ 18. Линии на чертеже . . . . .	95

§ 19. Положение теоретических линий на чертежах судовых конструкций . . . . .	98
§ 20. Условные обозначения на чертежах . . . . .	99
§ 21. Геометрические построения в судостроительном черчении . . . . .	105

#### Раздел четвертый

##### Плазовые и разметочные работы

§ 22. Натурный плаз и его назначение. Инструмент . . . . .	107
§ 23. Масштабный плаз . . . . .	109
§ 24. Плазовый корпус, его построение и использование . . . . .	111
§ 25. Снятие размеров с плазового корпуса . . . . .	—
§ 26. Развертка листов малой кривизны . . . . .	113
§ 27. Снятие малок с плаза . . . . .	116
§ 28. Изготовление шаблонов, каркасов, макетов и копир-чертежей. Разработка реек . . . . .	119
§ 29. Разметка деталей по чертежам, шаблонам и эскизам . . . . .	122
§ 30. Допускаемые отклонения и припуски при разметке . . . . .	124
§ 31. Маркировка деталей . . . . .	125
§ 32. Фотопроекторный метод разметки . . . . .	126

#### Раздел пятый

##### Обработка металла

§ 33. Предварительная правка, очистка и пассивирование проката . . . . .	128
§ 34. Газовая резка . . . . .	129
§ 35. Газовая и электровоздушная строжка . . . . .	134
§ 36. Кислородно-флюсовая резка . . . . .	135
§ 37. Механическая обработка стали . . . . .	137
§ 38. Правка и гибка деталей . . . . .	138
§ 39. Обработка алюминиевых сплавов . . . . .	140

#### Раздел шестой

##### Сборка судовых конструкций и спуск судов

###### А. Предварительная сборка и сварка

§ 40. Основные правила . . . . .	143
§ 41. Сборка тавровых балок. Механизированные линии сборки и сварки . . . . .	147
§ 42. Сборка подотниц. Механизированные линии сборки и сварки . . . . .	152
§ 43. Сборка и сварка плоскостных секций. Средства механизации работ . . . . .	162
§ 44. Особенности сборки поперечных переборок, палубных и бортовых секций . . . . .	169

§ 45. Сборка и сварка объемных секций. Средства механизации работ . . . . .	175
§ 46. Особенности сборки днищевых объемных секций . . . . .	178
§ 47. Универсальные постели для сборки и сварки секций . . . . .	181
§ 48. Сборка и проверка объемных секций оконечностей . . . . .	193
§ 49. Сборка и сварка надстроек . . . . .	194
§ 50. Сборка и сварка фундаментов, стрел и других корпусных конструкций. Средства механизации работ . . . . .	200
§ 51. Изготовление гофрированных переборок . . . . .	205
§ 52. Сборка и сварка судовых конструкций из алюминиевых сплавов . . . . .	208
§ 53. Сборка судовых конструкций из пластмасс . . . . .	211
§ 54. Сборка блоков секций корпуса . . . . .	215
§ 55. Припуски и допуски при изготовлении секций . . . . .	219

###### Б. Стапельные работы и спуск судов

§ 56. Типы построечных мест и их оборудование . . . . .	222
§ 57. Методы постройки судов и организации работ на построечном месте . . . . .	231
§ 58. Основные характеристики и средства выполнения стапельных работ . . . . .	236
§ 59. Сборка корпуса из блоков секций . . . . .	249
§ 60. Сборка корпуса из секций . . . . .	250
§ 61. Проверочные операции при сборке корпуса . . . . .	254
§ 62. Основные принципы нормирования сборочных работ . . . . .	266
§ 63. Спуск судов. Конструкции спусковых устройств . . . . .	271
§ 64. Монтаж спусковых устройств на наклонном стапеле . . . . .	276
§ 65. Приспуск части судна на продольном стапеле . . . . .	279

#### Раздел седьмой

##### Корпусно-монтажные работы

§ 66. Монтаж судовых устройств . . . . .	281
§ 67. Установка дверей и трапов . . . . .	284
§ 68. Изготовление и монтаж легких переборок и выгородок . . . . .	285
§ 69. Установка металлического обрешетника и зашивка изоляции. Монтаж оборудования помещений . . . . .	291
§ 70. Изготовление и монтаж системы вентиляции . . . . .	295
§ 71. Механизированные инструменты для корпусно-монтажных работ . . . . .	296



Раздел восьмой	
<b>Сварочные работы</b>	
§ 72. Общие сведения о сварочных процессах . . . . .	313
§ 73. Сварочные машины для дуговой сварки . . . . .	317
§ 74. Основные виды сварки. Подготовка кромок под сварку . . . . .	322
§ 75. Контроль качества сварки корпусных конструкций . . . . .	330

Раздел девятый	
<b>Сварочные деформации и правка конструкций</b>	
§ 76. Напряжения и деформации при сварке . . . . .	334
§ 77. Меры по уменьшению деформаций при секционной и стапельной сборке и сварке . . . . .	335
§ 78. Правка судовых конструкций после сварки . . . . .	343
§ 79. Общие правила правки корпусных конструкций . . . . .	344

Раздел десятый	
<b>Рубка, клепка, испытания на непроницаемость</b>	
§ 80. Рубка в корпусостроении . . . . .	358
§ 81. Клепка стальных конструкций . . . . .	360
§ 82. Клепка конструкций из алюминиевых сплавов . . . . .	363
§ 83. Испытания конструкций корпуса на непроницаемость . . . . .	364

Раздел одиннадцатый	
<b>Крановое оборудование и подъемно-транспортные операции</b>	
§ 84. Крапы корпусных цехов . . . . .	368
§ 85. Грузозахватные приспособления. Пневмовакуумные и электромагнитные захваты . . . . .	374
§ 86. Судовозные тележки и транспортеры . . . . .	379

Раздел двенадцатый	
<b>Охрана труда и техника безопасности</b>	
§ 87. Общие положения . . . . .	383
§ 88. Техника безопасности при сборочных работах . . . . .	387
§ 89. Техника безопасности при сварочных и газопламенных работах . . . . .	388
§ 90. Техника безопасности при грузоподъемных операциях . . . . .	390

Приложения		391
I. Выписка из тарифно-квалификационного справочника работ и профессий рабочих судостроительной промышленности . . . . .		392
II. Конструктивные элементы подготовки кромок сварных соединений . . . . .		404
III. Обозначения условные на корпусных чертежах . . . . .		422
IV. Изображения условные упрощенные изделий оборудования, устройств и дельных вещей на чертежах . . . . .		430
V. Общие сведения . . . . .		439
Латинский и греческий алфавиты . . . . .		—
Цифры . . . . .		—
Численные значения часто встречающихся величин		440
Перевод английских мер в метрические . . . . .		441
VI. Сведения по математике . . . . .		443
Степени, корни, обратные величины, площади круга и длины окружности . . . . .		—
Тригонометрические функции . . . . .		448
Вычисление площадей, поверхностей и объемов тел . . . . .		452
Некоторые геометрические построения . . . . .		458
Развертки поверхности простейших геометрических тел . . . . .		463
Литература . . . . .		469

## ОТ АВТОРОВ

Настоящее, третье издание «Справочника судового сборщика» (первое вышло в 1962, второе — в 1964 г.) заново и полностью переработано авторами с учетом того нового и прогрессивного в области технологии сборки судовых конструкций, что появилось за последние годы. Прежде всего это касается средств и способов механизации и комплексной механизации сборочных работ и операций, а также некоторых изменений в связи с выходом новых нормалей и ГОСТ.

При подготовке третьего издания Справочника авторы постарались учесть замечания, высказанные по плану книги в отзывах читателей-рабочих, ИТР Адмиралтейского и Балтийского судостроительных заводов, Николаевского кораблестроительного института и ЦНИИТС, а также пожелания, выраженные рабочими и мастерами Балтийского судостроительного завода при коллективном рецензировании рукописи. Всем товарищам, оказавшим помощь при подготовке настоящего издания, авторы выражают свою искреннюю признательность.

Разделы первый, третий, четвертый и Приложения подготовлены *Е. Г. Фридом*; разделы второй, седьмой, десятый, одиннадцатый и двенадцатый — *В. К. Кузьменко*; разделы восьмой и девятый — *Н. А. Федоровым*; разделы пятый и шестой — *В. К. Кузьменко* и *Н. А. Федоровым* совместно.

Авторы будут благодарны читателям — судовым сборщикам, бригадирам и мастерам сборочно-сварочных, стапельных и корпусно-монтажных цехов за предложения и замечания по книге. Просьба направлять их по адресу: Ленинград, Д-65, ул. Гоголя, д. 8, издательство «Судостроение».

## § 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Судно представляет собой плавающее инженерное сооружение, способное перемещаться на воде или под водой в заданном направлении с требуемой скоростью, неся на себе все необходимые ему по роду службы грузы.

Современное судно является сложным сооружением, существенно отличающимся от любого инженерного сооружения, расположенного на берегу. Это отличие обусловлено способностью судна плавать в водной среде, а также особенностями этой среды.

Основным элементом любого судна является *корпус*, в котором расположены: энергетическая установка для приведения судна в движение; жилые помещения для размещения находящихся на судне людей; грузовые помещения; цистерны для хранения запасов горюче-смазочных материалов, пресной воды и водяного балласта. В корпусе судна и частично вне его размещены различные *судовые устройства*, обеспечивающие управление судном, выполнение грузовых операций и безопасность плавания и стоянки.

Управление судном и безопасность плавания обеспечиваются также специальными *навигационными приборами* и *средствами связи*, предусматриваемыми на любом судне. Судно приводится в движение от *двигателя* — устройства, преобразующего энергию двигателя в энергию движения судна. На современных самоходных судах наиболее распространенным двигателем является *гребной винт*.

Для питания судовых механизмов и приборов электроэнергией на судне имеется электростанция.

Хорошие условия обитаемости на судне обеспечиваются специальными судовыми системами вентиляции, отопления, кондиционирования воздуха, водоснабжения и др. Некоторые судовые системы служат для обеспечения противопожарной защиты, балластировки и осушения отсеков и цистерн, отвода сточных и фекальных вод и т. д.

Для обеспечения нормальной жизни находящихся на судне людей предусматриваются помимо жилых различные общественные и хозяйственные помещения, провизионные кладовые, санитарно-бытовые и медико-санитарные помещения.

## § 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРАЖДАНСКИХ СУДОВ

Все гражданские суда в зависимости от их *типа* и *эксплуатационной назначения* подразделяются на следующие основные категории: пассажирские, промышленные, промышленно-хозяйственные, служебные, обслуживающие и культурно-бытовые.



Основным ядром морского флота являются транспортные суда, предназначенные для перевозки различных грузов и пассажиров. К ним относятся: грузовые суда, пассажирские, грузо-пассажирские и специальные транспортные суда.

*Грузовые суда* делятся на два основных класса — сухогрузные и наливные.

*Класс сухогрузных судов* включает универсальные суда для перевозки различных генеральных штучных грузов и специализированные суда для перевозки определенных грузов.

К специализированным сухогрузным судам относятся: рефрижераторные суда, предназначенные для перевозки скоропортящихся продуктов (рыбы, мяса, фруктов и т. д.), оборудованные специальными холодильными установками и теплоизолированными грузовыми помещениями; контейнерные суда — для перевозки грузов, упакованных в специальные ящики-контейнеры определенного размера, что позволяет сократить время стоянки этих судов под погрузкой и выгрузкой; трейлерные суда — для перевозки грузов, упакованных в специальные контейнеры на колесах, позволяющих вкатывать и выкатывать трейлеры с причала в трюм и обратно своим ходом или с помощью тягачей (грузовые операции на трейлерных судах производятся еще быстрее, чем на контейнерных); суда для перевозки массовых и навалочных грузов (руды, угля, бокситов, цемента, соли, сахара и др.); лесовозы, предназначенные для перевозки круглого леса и пиломатериалов и приспособляемые при необходимости для перевозки зерна; суда для перевозки автомашин; суда для перевозки скота.

*Класс наливных судов (танкеров)* включает: танкеры для перевозки нефти и нефтепродуктов (собственно танкеры); суда для перевозки сжиженных газов (газовозы); суда для перевозки химикалий (кислоты, расплавленной серы и т. п.); суда для перевозки прочих жидких грузов (водолеи, виновозы, битумовозы и др.).

В последнее время среди грузовых судов появился еще один класс — *комбинированные суда*, т. е. суда, приспособленные для перевозки нескольких определенных родов груза, что очень выгодно при встречных перевозках грузов во избежание порожних или балластных рейсов. К этому классу относятся: нефтерудовозы; углерудовозы; контейнеровозы (суда для перевозки контейнеров и трейлеров); хлопко-лесовозы и т. п.

*Пассажирскими* называют суда, перевозящие более 12 пассажиров. По своему назначению они подразделяются на суда для обслуживания регулярных линий; суда для туристских путешествий и суда для массовых перевозок людей (например, войск, эмигрантов).

Суда для *туристских путешествий* (круизов) имеют более умеренные скорости хода и несколько меньшие размеры. На них представляются большие удобства туристам, которые находятся на судне от двух недель до 1,5—2 месяцев.

На современных океанских пассажирских судах все пассажиры размещаются в 1—2-местных (реже 3—4-местных) каютах со всеми удобствами, включая кондиционирование воздуха. Для отдыха и развлечения оборудуются салоны, комнаты игр, спортивные залы, плавательные бассейны и т. д. Все крупные пассажирские суда оборудуются специальными успокоителями качки.

*Грузо-пассажирскими судами* называют пассажирские суда, перевозящие кроме пассажиров большое количество груза (преимуще-

ственно генерального), а также грузовые суда, перевозящие более 12 пассажиров.

К числу *специальных транспортных судов* относятся железнодорожные и автомобильные паромы, транспортные буксирные суда и др.

*Промысловые суда* служат для добычи, переработки и транспортировки рыбы, китов, морского зверя, крабов и морских растений. По своему назначению промысловые суда делятся на следующие группы: *добывающие суда* (траулеры, дрейфтеры, сейнеры, китобойцы, краболовы, тунцеловы, зверобойные суда, рыболовные боты, сетеподъемники и др.); *добывающие-перерабатывающие суда* (большие морозильные траулеры-рыбозаводы, большие сардинные траулеры-рыбконсервные заводы, морозильные траулеры, зверобойные плавучие базы и др.); *перерабатывающие суда* (сельдяные, китобойные, краболовные, тунцеловные, рыбоконсервные плавучие базы-заводы, рыбомучные плавучие базы, рыбосолевые суда, морозильные суда и др.); *обслуживающие промысловые суда* (приемно-транспортные суда, живорыбные, поисковые, научно-промысловые, рыбообразующие и др.).

*Промышленно-хозяйственные суда* служат для выполнения различных специальных строительных, кабельных, мелиоративных, лесосплавных работ, а также для работ по добыче нефти в море.

К ним относятся: *энергетические суда* (плавучие электростанции, трансформаторные, компрессорные, гидромониторные суда и т. д.); *строительные суда* (портостроительные суда, углубительно-намывные земснаряды и т. д.); *нефтепромышленные суда* (плавучие буровые, трубопрокладочные и нефтеперерабатывающие суда); *суда обеспечения технической связи* (кабелепрокладочные суда, плавучие радиостанции); *сельскохозяйственные суда* (дождевальные, водоподъемные, илодобывающие и мелиоративные суда); *лесопромышленные суда* (лесосплавные, лесоподъемные, лесоуборочные, сплотовые, лесотяговые суда и др.).

В группу *служебных судов* входят: *административные суда* (правительственные яхты, суда рыбонадзора, почтовые, милицейские суда и т. д.); *суда пограничной службы* (пограничные и таможенные суда); *научно-исследовательские суда* (океанографические, магнитометрические, геофизические суда, суда для наблюдения за искусственными спутниками и др.); *суда охранной службы* (суда охраны заповедников, тюремные суда, пожарные суда и др.); *учебные суда*.

К категории *обслуживающих* следует отнести: *общественно-помогательные суда* (суда-базы, спасательно-судоподъемные суда, ледоколы и др.); *технические суда* (плавающие доки, плавучие мастерские, плавучие испытательные станции и др.); *снабженческие суда* (суда-склады, бункеровщики, заправщики, раздатчики и др.); *грузоподъемные суда* (плавучие краны, киллекторы, плавучие зерноперегрузчики и др.); *дноуглубительные суда* (земснаряды, грузоотвозные шаланды и др.); *общественно-обслуживающие суда* (буксиры портовые и рейдовые, буксирные катера, тендеры, баржи, брандвахты, дебаркадеры, мусоросборные суда и др.); *катера* развозные, *шлюпки*, лодки, мелкие плавсредства.

К *культурно-бытовым* относятся: *спортивные суда* (парусные, гребные, моторные, спортивные суда-базы, судейские суда); *медико-санитарные суда* (плавучие госпитали, плавучие поликлиники, карантинные суда); *оздоровительные суда* (плавучие санатории и дома отдыха, плавучие пионерлагери и др.); *культурно-просветительные суда* (суда-выставки, суда-клубы, агитсуда, суда-школы, киносьемочные

суда и др.); *бытовые суда* (плавучие общежития, плавучие гостиницы, плавучие лавки, плавучие универмаги и т. д.).

Кроме классификации по назначению, все гражданские суда классифицируются по ряду основных признаков, отличающих суда одного и того же назначения друг от друга.

Этими признаками (независимо от типа и назначения судна) являются: район плавания, тип главного двигателя, род движителя, способ движения по воде, материал корпуса, архитектурно-конструктивный тип, количество гребных валов (на винтовых судах).

По району плавания суда подразделяются на морские — дальнего и ближнего плавания; рейдовые — для плавания в портовых водах и в устьях больших рек с выходом на морские рейды; внутреннего плавания — речные и озерные; смешанного плавания — морского и речного.

По типу главного двигателя различают: теплоходы, главным двигателем которых является двигатель внутреннего сгорания; турбоходы, с главным двигателем — паровой турбиной; газотурбоходы, главный двигатель — газовая турбина; пароходы, главный двигатель — паровая поршневая машина; электроходы, имеющие в качестве главного двигателя электромотор (различают турбоэлектроходы и дизель-электроходы — в зависимости от рода двигателя, приводящего в действие генератор электрического тока) и, наконец, атомоходы, у которых источником тепловой энергии является атомный реактор.

Гребные суда приводятся в движение мускульной силой человека (гребца).

По роду движителя суда подразделяются на винтовые (движитель — гребной винт); колесные (движитель — гребное колесо); весельные (движитель — весла); парусные (движитель — парус) и со специальными движителями (крыльчатыми, водометными, роторными и др.).

По роду движения по воде различают суда, плавающие (или водоизмещающие) на поверхности воды; плавающие под поверхностью воды (подводные суда); глсссирующие, т. е. скользящие по поверхности воды; плавающие на подводных крыльях; парящие над поверхностью воды на воздушной подушке.

По роду материала корпуса суда подразделяются на стальные; из алюминиевых сплавов; пластмассовые; деревянные; железобетонные и композитные, у которых корпус изготовлен частично из металла и частично из дерева или других материалов.

Архитектурно-конструктивный тип судна определяется: по количеству и расположению надстроек — одно-, двух- и трехпалубные суда, кварталдечные, с удлиненными баком, ютом и средней надстройкой; по числу палуб — одно-, двух-, трехпалубные (большие пассажирские суда — многопалубные); по форме форштевня — с прямым, наклонным, ледскольным, клиперским форштевнем; по форме и конструкции кормы — с обыкновенной, крейсерской, транцевой и туннельной кормой; по положению палубы надводного борта — полнонаборные и шельгердечные суда; по положению машинного отделения — суда со средним, сдвинутым в корму от миделя и кормовым расположением машинного отделения; по количеству грузовых трюмов и т. д.

По количеству гребных валов различают одноваловые винтовые суда (большинство грузовых и промысловых судов), а также двух-, трех- и четырехваловые суда (пассажирские и специальные).

### § 3. ФОРМА КОРПУСА СУДНА

#### Основные сечения корпуса

Корпус судна представляет собой удлиненное тело, ограниченное снаружи кривыми поверхностями, которым придается удобообтекаемая форма, обеспечивающая при движении судна наименьшее сопротивление воды и воздуха.

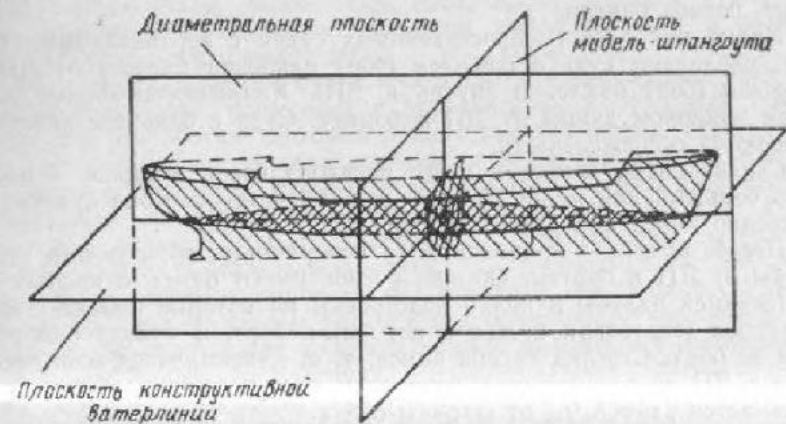


Рис. 1. Основные плоскости проекций теоретического чертежа.

Поверхности, ограничивающие корпус судна сверху, снизу и с боков называются соответственно *верхней палубой*, *днищем* и *бортами*.

Общее представление о характере обводов судна можно получить по сечениям корпуса тремя взаимно перпендикулярными плоскостями (рис. 1 и 2):

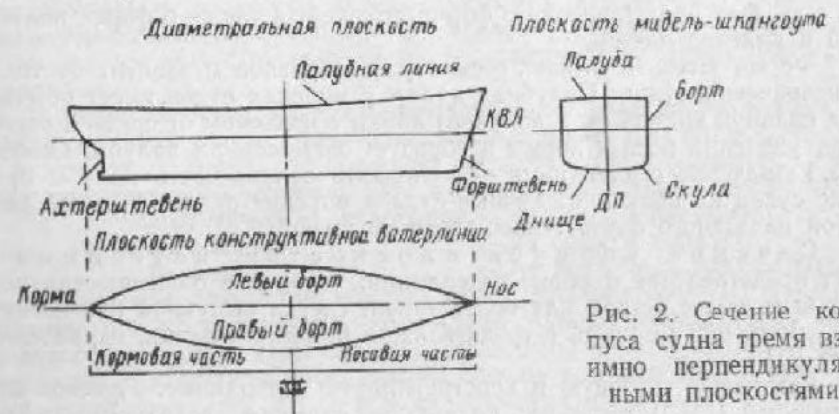


Рис. 2. Сечение корпуса судна тремя взаимно перпендикулярными плоскостями.

а) вертикальной продольной плоскостью, проходящей по середине ширины судна, называемой *диаметральной плоскостью* (сокращенно ДП);

б) вертикальной поперечной плоскостью, проходящей по середине расчетной длины судна, называемой *плоскостью мидель-шпангоута*;



в) горизонтальной плоскостью, совпадающей с поверхностью воды и называемой *плоскостью ватерлинии*.

Корпус судна симметричен относительно диаметральной плоскости и, как правило, несимметричен относительно плоскости ватерлинии и диаметральной плоскости.

Сечение корпуса плоскостью мидель-шпангоута характеризует полноту обводов в средней части, показывает форму поперечного сечения судна — наклон бортов, килеватость днища, размер и форму скулы, погибь бимсов.

Кроме наиболее распространенных судов с вертикальными бортами, различают суда с *развалом* (борт наклонен наружу от ДП) и с *завалом* (борт наклонен внутрь к ДП). *Килеватость днища* образуется наклоном днища от ДП к бортам. Суда с большим наклоном называются *острокрыльными*.

*Скула* — закругление в месте перехода борта в днище — может иметь больший или меньший радиус, благодаря чему она будет соответственно менее или более выражена.

*Погибь бимсов* — криволинейная поверхность, образующая уклон палубы от ДП к бортам. Обычно погибь имеют бимсы открытых палуб (верхней палубы и палуб надстроек), на которые попадает вода, стекающая (благодаря наличию погиби) к бортам, откуда она отводится за борт. Стрелка погиби бимса, т. е. максимальное возвышение бимса в ДП по отношению к бортовому концу, в стандартном случае принимается равной  $1/50$  от ширины судна.

Платформы и палубы, расположенные ниже верхней палубы, погиби бимсов не имеют.

Плоскость мидель-шпангоута делит корпус судна на две части — носовую и кормовую.

Оконечности корпуса выполняются в виде *штевней* (литых, кованых или сварных). Носовой штевень называется *форштевнем*, кормовой — *ахтерштевнем*.

Сечение корпуса диаметральной плоскостью дает представление о форме штевней, а также о форме палубной и килевой линий.

Форма штевней бывает весьма разнообразной и зависит от типа и назначения судна. Палубная линия у морских судов имеет обычно вид плавной кривой (или ломаной) линии с подъемом от средней части в направлении носа и кормы и образует *седловатость* палубы. Основное назначение седловатости — уменьшить заливаемость палубы при ходе судна на волнении. Речные суда и морские суда с большой высотой надводного борта седловатости не имеют.

Сечение корпуса плоскостью ватерлинии дает представление о форме ватерлинии, которая в оконечностях может быть более острой или более тупой, слегка выгнутой или вогнутой, иметь или не иметь в средней части прямого участка, параллельного ДП.

Различают грузовую и конструктивную ватерлинии. *Грузовой ватерлинией* (ГВЛ) называют кривую пересечения поверхности судна горизонтальной плоскостью, совпадающей с горизонтом воды при плавании судна в запроектированном полном грузу. *Конструктивной ватерлинией* (КВЛ) называют ватерлинию, относительно которой выполнялись все проектные расчеты. У морских транспортных судов, как правило, КВЛ и ГВЛ совпадают.

## Теоретический чертеж

Три основных взаимно перпендикулярных сечения корпуса позволяют получить только самое общее приближенное графическое представление о форме обводов. Наиболее точное изображение обводов судового корпуса дает так называемый *теоретический чертеж судна*. Теоретическим его называют потому, что он изображает воображаемые теоретические линии пересечения поверхности корпуса судна (без учета наружной обшивки) несколькими параллельными и взаимно перпендикулярными плоскостями.

Теоретический чертеж судна необходим для выполнения всех расчетов и испытаний, связанных с определением мореходных качеств судна, для разработки чертежей общего расположения, конструктивных чертежей и для разбивки корпуса на плазе при постройке судна.

На теоретическом чертеже (рис. 3) корпус судна изображается в проекциях на три взаимно перпендикулярные плоскости: диаметральною плоскостью (ДП), плоскостью конструктивной ватерлинии (КВЛ) и плоскостью мидель-шпангоута (МШ), называемых соответственно *бок*, *полуширотой* и *корпусом*. На проекции бок помимо следа ДП изображают также кривые пересечения поверхности корпуса с плоскостями, параллельными ДП; эти кривые называются *батоксами*.

Прямая линия, проведенная в диаметральной плоскости через точку пересечения мидель-шпангоута с килевой линией и параллельно грузовой ватерлинии, называется *основной линией* (ОЛ).

На *полушироте* кроме КВЛ изображают ватерлинии, представляющие собой кривые пересечения поверхности корпуса с горизонтальными плоскостями, параллельными плоскости КВЛ. Эти плоскости проводят на равных расстояниях друг от друга в количестве, достаточном для получения полного представления об обводах корпуса.

На проекции *корпус* вычерчивают сечение по мидель-шпангоуту, а также кривые пересечения поверхности корпуса с плоскостями, параллельными плоскости мидель-шпангоута, называемые *теоретическими шпангоутами*. Эти плоскости проводят на одинаковых расстояниях друг от друга, равных обычно  $1/20$  длины судна между перпендикулярами.

Следует помнить, что следы секущих плоскостей изображаются на одной проекции в виде упомянутых выше кривых, а на двух других — в виде прямых линий, что облегчает построение и согласование проекций теоретического чертежа. Так, в виде прямых линий изображают:

теоретические шпангоуты	— на боку и полушироте,
ватерлинии	— на боку и корпусе,
батоксы	— на корпусе и полушироте.

Благодаря симметрии корпуса судна относительно ДП на *полушироте* можно вычерчивать ватерлинии только левого борта, а на *корпусе* изображать теоретические шпангоуты только на один борт; при этом для ясности изображения обводы носовых шпангоутов вычерчивают справа от ДП, а обводы кормовых шпангоутов — слева.

Кроме названных основных секущих плоскостей, при вычерчивании теоретического чертежа для проверки согласованности проекций применяют иногда сечения поверхности судна плоскостями, наклонными к ДП и перпендикулярными к плоскости мидель-шпангоута. Линии пересечения этих плоскостей с поверхностью корпуса судна называются *рыбками*. Рыбины вычерчивают на *полушироте* или на *боку* в их истинном виде.

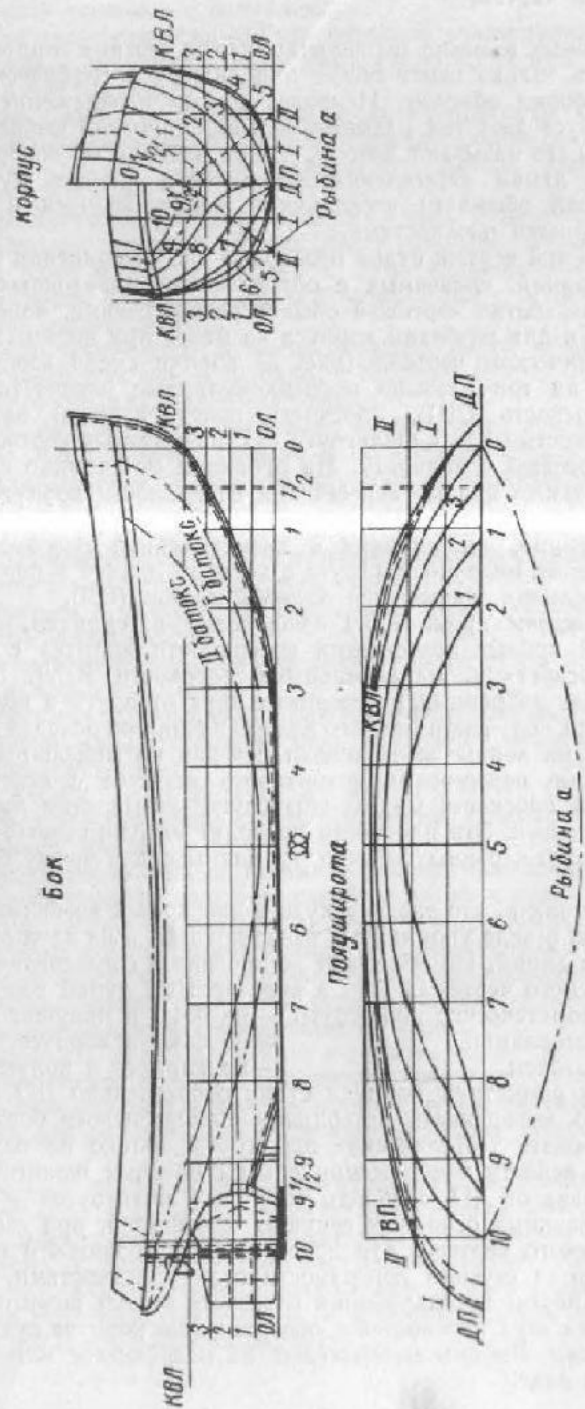


Рис. 3. Теоретический чертеж корпуса судна.

Обычно бок располагают в виде основной проекции в верхней левой части листа, под ним — полушироту и справа от бочка на одном с ним уровне — корпус. Если судно имеет большую цилиндрическую вставку (т. е. несколько одинаковых теоретических шпангоутов в средней части), то проекцию корпус располагают в средней части проекции бочка, благодаря чему сокращается длина чертежа.

Теоретические чертежи крупных судов выполняют в масштабе 1 : 100, малых судов — 1 : 50 или 1 : 25.

#### § 4. ГЛАВНЫЕ РАЗМЕРЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ПОЛНОТЫ

Главными размерениями судна являются: длина судна  $L$ , ширина  $B$ , осадка  $T$ , высота борта  $H$ , высота надводного борта  $F$ , водоизмещение объемное  $V$  и водоизмещение весовое  $D$  (рис. 4).

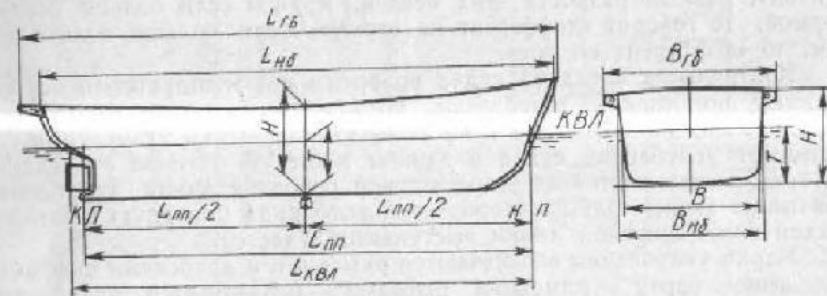


Рис. 4. Главные размерения судна.

Длина судна  $L$ .

Наибольшей длиной судна  $L_{но}$  называют расстояние, измеренное в горизонтальной плоскости между крайними точками носовой и кормовой оконечностей корпуса.

Длина по КВЛ  $L_{квл}$  — расстояние, измеренное в ДП между точками пересечения КВЛ с внешними поверхностями фор- и ахтерштевня.

Длина между перпендикулярами  $L_{пл}$  — расстояние между носовым и кормовыми перпендикулярами. При этом в качестве носового перпендикуляра принимают вертикальную прямую, проведенную в ДП через точку пересечения плоскости КВЛ с задней кромкой форштевня, а в качестве кормового — вертикаль, проведенную через точку пересечения той же плоскости с осью вращения руля, или — при отсутствии этой оси — через точку, лежащую на расстоянии, равном 97% длины по ватерлинии от носового перпендикуляра.

Длина габаритная  $L_{гб}$  — расстояние между крайними точками носовой и кормовой оконечностей корпуса с учетом постоянно выступающих частей.

Ширина судна  $B$ .

Наибольшей шириной судна  $B_{гб}$  является ширина между внешними поверхностями бортов, измеренная в самой широкой части корпуса (без учета его выступающих частей).



Ширина по КВЛ —  $V_{квл}$  — измеряется в наиболее широкой части корпуса судна на уровне КВЛ в точках пересечения ее с внутренней поверхностью бортовой обшивки корпуса.

Ширина  $B$  на мидель-шпангоута измеряется на уровне КВЛ между внутренними поверхностями бортовой обшивки корпуса;

Ширина габаритная  $V_{гб}$  измеряется в наиболее широкой части судна между крайними точками корпуса с учетом выступающих частей.

Осадкой судна  $T$  называется вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до конструктивной или расчетной ватерлинии.

Различают осадку носом  $T_n$  и осадку кормой  $T_k$ , т. е. расстояние по вертикали на носовом и кормовом перпендикулярах от плоскости ватерлинии до продолжения килевой линии.

Если  $T_n$  равно  $T_k$ , то говорят, что «судно плавает на ровный киль», если  $T_n$  не равно  $T_k$ , то говорят, что «судно плавает с дифферентом», равным разности этих осадок, причем если больше осадка кормой, то говорят «дифферент на корму», если больше осадка носом, то «дифферент на нос».

Контроль за посадкой судна во время его эксплуатации осуществляют по маркам углубления, которые наносят на форштевень, в районе мидель-шпангоута и на ахтерштевне. Марки углубления показывают углубление судна в данном месте. В отличие от осадки, которая отсчитывается от теоретической осевой линии, углубление учитывает также толщину горизонтального киля или других находящихся ниже основной линии выступающих частей.

Марки углубления обозначаются римскими и арабскими цифрами. На левом борту — римскими цифрами — обозначается углубление в футах, на правом борту — арабскими цифрами — углубление в дециметрах (рис. 5).

Высотой борта судна  $H$  называется вертикальное расстояние, измеренное в плоскости мидель-шпангоута от основной плоскости до бортовой линии верхней палубы.

Высота надводного борта  $F$  — это разность между высотой борта и осадкой

$$F = H - T.$$

Высота надводного борта во время рейса изменяется в зависимости от осадки судна, которая, в свою очередь, зависит от количества находящихся на судне грузов (включая судовые запасы).

Для обеспечения безопасности плавания Правилами Морского Регистра СССР для гражданских судов установлена высота допустимого наименьшего надводного борта; эту высоту обозначают на правом и левом бортах в средней части судна специальной грузовой маркой (рис. 6).

Верхняя кромка горизонтальной черты, пересекающей изображенный на грузовой марке диск, соответствует летней грузовой ватерлинии (в условиях плавания судна летом в океане с плотностью воды 1,025). В нос от диска изображается «гребенка», на которой отмечают уровни ватерлиний, до которых может погружаться судно при различных условиях плавания: летом (Л), зимой (З), зимой в Северной Атлантике (ЗСА), в тропиках (Т), в пресной воде в устьях рек (П), в пресной воде в тропиках (ТП).

При приемке груза судно не должно погружаться в воду выше соответствующей марки.

Суда, приспособленные для перевозки леса, снабжаются специальной лесной грузовой маркой, изображаемой в корму от диска. Лесная грузовая марка допускает некоторое увеличение осадки в том случае, когда судно перевозит лесной груз.

Кроме перечисленных линейных главных размерений, важными характеристиками судна являются объемные и весовые показатели, к числу которых относятся:

Водоизмещение объемное  $V$ , т. е. объем подводной части судна в куб. метрах ( $m^3$ ).

Водоизмещение весовое  $D$  — вес судна, измеряемый в тоннах ( $m$ ). Весовое водоизмещение равно объемному, умноженному на удельный вес воды, в которой плавает судно.



Рис. 5. Марки углубления: а — на правом борту; б — на левом борту.

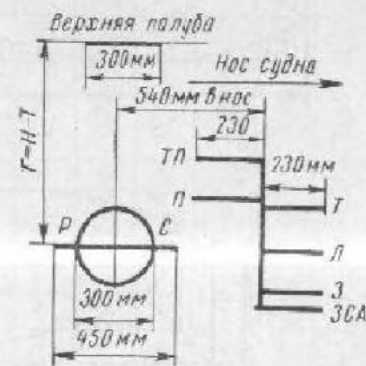


Рис. 6. Грузовая марка.

Для более полного представления об особенностях формы корпуса судна рассматривают так называемые коэффициенты полноты подводной части корпуса (рис. 7). С этой целью определяют:

Коэффициент полноты конструктивной ватерлинии  $\alpha$  — отношение площади КВЛ  $S$  к площади прямоугольника, сторонами которого являются длина и ширина ( $L$  и  $B$ ):

$$\alpha = \frac{S}{LB}.$$

Коэффициент полноты мидель-шпангоута  $\beta$  — отношение площади мидель-шпангоута  $\omega$  к площади прямоугольника со сторонами  $B$  и  $T$ :

$$\beta = \frac{\omega}{BT}.$$

Коэффициент полноты водоизмещения (или коэффициент общей полноты)  $\delta$  — отношение объема водоизмещения  $V$  к объему параллелепипеда, построенного на главных размерениях судна  $L$ ,  $B$  и  $T$ :

$$\delta = \frac{V}{LBT}.$$

Коэффициент продольной полноты водоизмещения  $\varphi$  — отношение объемного водоизмещения  $V$  к объему призмы, основанием которой является площадь мидель-шпангоута  $\omega$ , а высотой — длина судна  $L$ :

$$\varphi = \frac{V}{\omega \cdot L} = \frac{\delta L B T}{\beta B T L} = \frac{\delta}{\beta}.$$

Коэффициент вертикальной полноты водоизмещения  $\chi$  — отношение объемного водоизмещения  $V$  к объему призмы, основанием которой является площадь конструктивной ватерлинии  $S$ , а высотой — осадка судна  $T$ :

$$\chi = \frac{V}{S T} = \frac{\delta L B T}{\alpha L B T} = \frac{\delta}{\alpha}.$$

Для различных типов судов характерны определенные соотношения главных размерений и коэффициенты полноты корпуса (табл. 1).

## § 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ И МОРЕХОДНЫЕ КАЧЕСТВА СУДНА

Любое инженерное транспортное сооружение характеризуется определенными эксплуатационными качествами. Для судна такими качествами будут: грузоподъемность, грузовместимость, скорость хода, дальность плавания, автономность.

Так как судно является одновременно и плавающим сооружением, то оно характеризуется еще и мореходными качествами, а именно: плавучестью, остойчивостью, непотопляемостью, ходкостью, качкой и управляемостью.

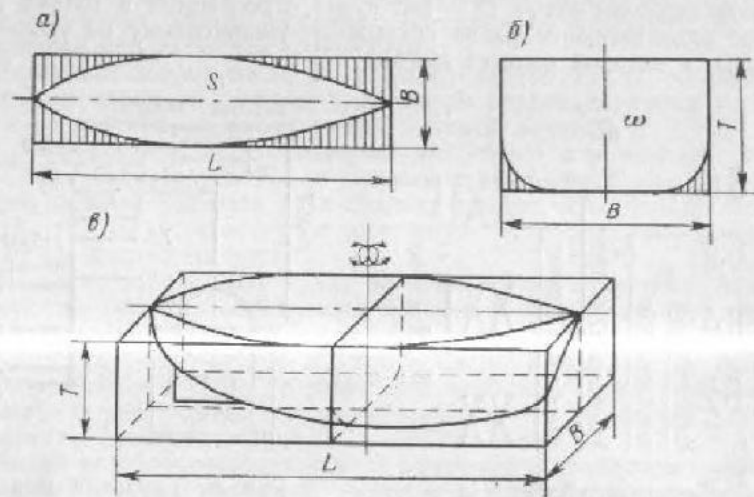


Рис. 7. Коэффициенты полноты: а — площади ватерлинии; б — площади мидель-шпангоута; в — водоизмещения.

рой является площадь конструктивной ватерлинии  $S$ , а высотой — осадка судна  $T$ :

Таблица 1  
Соотношения главных размерений и коэффициенты полноты различных типов гражданских судов

Типы судов	Соотношения главных размерений					Коэффициенты полноты			
	$\frac{L}{B}$	$\frac{B}{T}$	$\frac{H}{T}$	$\frac{L}{H}$	$\delta$	$\alpha$	$\beta$		
Океанские пассажирские лайнеры	7—10	2,4—3,1	1,35—1,70	12—15	0,56—0,70	0,70—0,80	0,95—0,96		
Морские пассажирские суда	6,5—7,5	2,6—3,2	1,35—1,45	10—14	0,50—0,60	0,70—0,80	0,85—0,96		
Большие сухогрузные суда	7,2—8,0	2,4—2,6	1,30—1,50	12—14	0,60—0,75	0,80—0,85	0,95—0,98		
Средние сухогрузные суда	6,5—7,5	2,3—2,5	1,30—1,50	10—14	0,65—0,75	0,80—0,85	0,96—0,98		
Малые сухогрузные суда	6,0—7,0	2,2—2,4	1,20—1,40	10—14	0,70—0,75	0,82—0,86	0,96—0,98		
Крупнотоннажные танкеры	6,0—7,0	2,5—3,0	1,29—1,40	12—14	0,75—0,85	0,83—0,88	0,98—0,99		
Среднетоннажные танкеры	6,8—7,5	2,3—2,5	1,29—1,31	12,5—14	0,72—0,77	0,78—0,85	0,97—0,99		
Ледоколы	3,5—4,5	2,2—3,2	1,40—1,70	7—10	0,45—0,55	0,75—0,77	0,80—0,85		
Рыбопромысловые суда	5,0—6,0	2,0—2,4	1,20—1,30	9—11	0,50—0,60	0,75—0,80	0,77—0,85		
Буксиры	4,0—6,0	2,0—3,0	1,20—1,40	8—12	0,45—0,55	0,70—0,78	0,80—0,90		



## Эксплуатационные качества судна

**Грузоподъемность** — общее количество различного рода грузов, которое может перевезти судно. Различают чистую и полную грузоподъемность (дедвейт судна).

**Чистая грузоподъемность** — вес перевозимого судном полезного груза, соответствующего назначению судна (вес груза в трюмах и пассажиров с багажом, а также вес пресной воды и провизии, предназначенных для пассажиров).

**Дедвейт** — общий вес перевозимых на судне грузов, включая веса, входящие в чистую грузоподъемность, плюс вес запасов топлива, котельной воды, масла, вес экипажа с багажом, запасов провизии и пресной воды для экипажа.

В отличие от дедвейта вес судна порожнем или *водоизмещение порожнем* представляет собой сумму всех постоянных весов, из которых складывается вес конструкции построенного судна, вес постоянного инвентарного снабжения и вес остатков топлива, воды и масла, находящихся в котлах, механизмах и трубопроводах подготовленной к запуску механической установки судна, а также вес остатков различных жидких грузов в цистернах, откуда они не могут быть удалены (так называемый «мертвый запас»).

Сложив водоизмещение порожнем с дедвейтом, получим полное водоизмещение судна или *водоизмещение в полном грузу*. У современных грузовых судов дедвейт составляет 65—75% от полного водоизмещения (у крупнотоннажных танкеров до 80—84%).

**Грузоподъемность судна** характеризует его способность перевозить определенное весовое количество груза, но она не дает представления о кубатуре отводимых под груз помещений и не позволяет судить о размерах судна. Точно так же нельзя судить о размерах судна и по его полному водоизмещению, хотя этот показатель и дает некоторое представление о порядке этих величин. Грузовые трюмы и прочие помещения, предназначенные для размещения груза, характеризуются грузовместимостью.

**Грузовместимость** — это суммарный объем всех грузовых помещений, измеряемый в куб. метрах ( $m^3$ ).

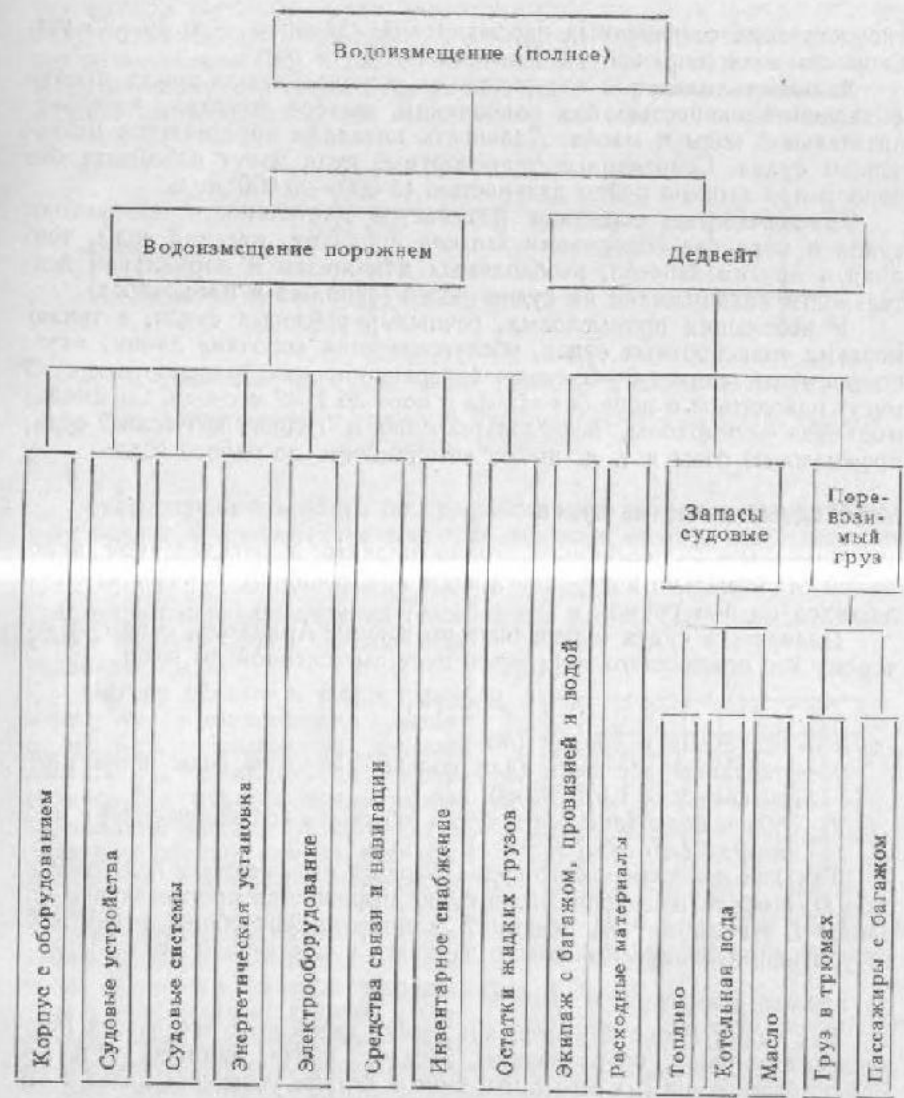
Различают грузовместимость по штучному и по сыпучему грузу. Отношение грузовместимости к грузоподъемности судна называется *удельной грузовместимостью судна*.

Для единообразной оценки размеров судна и, в первую очередь, размеров его помещений в мировой практике принято понятие *регистрационная вместимость* или *регистрационный тоннаж*. За единицу объема в этом случае принимается *регистрационная тонна*, равная  $2,83 m^3$  (или 100 кубофут).

В зависимости от регистрационного тоннажа судна исчисляют различные взимаемые с судов пошлины и сборы за пользование причалами, каналами, маяками, за лоцманские услуги и т. д.

Различают валовую вместимость судна (*брутто*) и чистую вместимость (*нетто*).

**Валовая вместимость**, измеряемая в регистровых тоннах, представляет собой полный объем помещений корпуса и закрытых надстроек, за исключением объемов отсеков двойного дна, используемых для водяного балласта, а также объемов некоторых служебных помещений и постов.



Если из валовой вместимости вычесть объемы помещений, не пригодных для перевозки коммерческого груза и пассажиров, а также занятых командой, палубными механизмами и навигационными приборами, то получим *чистую вместимость судна*.

**Скорость хода** является важнейшим эксплуатационным качеством судна, определяющим быстроту транспортных операций. Скорость хода морских судов измеряется в *узлах*, речных — в *км/час*. Узел — единица скорости, равная одной морской миле в час ( $1,852 \text{ км/час}$  или  $0,514 \text{ м/сек}$ ).

Скорость хода современных сухогрузных судов 15—18 *узл.*, у некоторых сухогрузных лайнеров она достигает 20—23 *узл.* Еще выше

скорость хода современных пассажирских лайнеров — до 30—35 узл. Скорость хода современных танкеров — 16—18 узл.

**Дальность плавания** — расстояние, которое судно может пройти с заданной скоростью без пополнения запасов топлива, котельно-питательной воды и масла. Дальность плавания определяется назначением судна. Современные транспортные суда могут совершать без пополнения запасов рейсы дальностью 15 000—20 000 миль.

**Автономность плавания** называется длительностью пребывания судна в море без пополнения запасов пресной воды, топлива и других запасов, необходимых для жизни и нормальной деятельности находящихся на судне людей (экипажа и пассажиров).

У небольших промысловых, речных и рейдовых судов, а также морских транспортных судов, обслуживающих короткие линии, автономность составляет 3—5 суток; большие морские транспортные суда могут находиться в море без захода в порт до 1—2 месяцев. Специальные суда — ледоколы, исследовательские и гидрографические суда, промысловые базы и т. д. имеют автономность до одного года.

### Мореходные качества судна

**Плаучесть** — способность судна плавать в определенном положении относительно поверхности воды при заданном количестве находящихся на нем грузов.

Плаучесть судна определяют по закону Архимеда, согласно которому вес плавающего тела равен весу вытесненной им воды

$$P = \gamma V,$$

где  $P$  — вес судна в тоннах ( $t$ );

$\gamma$  — удельный вес воды (для соленой морской воды принимают обычно  $\gamma = 1,025 t/m^3$ );

$V$  — объем подводной части судна (объемное водоизмещение) в куб. метрах ( $m^3$ ).

Так как вес плавающего судна  $P$  равен его весовому водоизмещению  $D$ , а объем подводной части судна выражается произведением его длины  $L$  на ширину  $B$ , осадку  $T$  и коэффициент обшей полноты  $\delta$ , то уравнение плаучести можно записать в следующем виде:

$$P = D = \gamma \delta L B T.$$

Вес судна  $P$  определяется как сумма весов всех его частей (корпуса, механизмов, оборудования, запасов, груза, экипажа и т. д.). *Равнодействующая сил веса приложена в центре тяжести судна и направлена вертикально вниз.*

*Равнодействующая сила давления воды (сила поддержания) на погруженную поверхность судна равна весовому водоизмещению судна  $D$ . Эта сила приложена в центре тяжести погруженного объема корпуса, называемом центром величины (ЦВ), и направлена вертикально вверх.*

Если центр тяжести (ЦТ) и центр величины (ЦВ) находятся на одной вертикали, то судно плавает без крена и дифферента (рис. 8). В тех случаях, когда ЦТ и ЦВ расположены в диаметральной плоскости (ДП), но не на одной вертикали, то судно плавает с дифферентом на корму (если ЦТ расположен в корму от ЦВ) или на нос (если ЦТ расположен в нос от ЦВ).

Если ЦТ расположен не в диаметральной плоскости, то судно плавает с креном на тот борт, в сторону которого смещен ЦТ.

Определение плаучести судна сводится к сопоставлению расчетов весовой нагрузки (в результате которых по весам и местоположению отдельных составляющих весов судна определяется суммарный вес и положение ЦТ) с расчетами водоизмещения, выполненными по теоретическому чертежу (которые позволяют определить объем погруженной части корпуса, вес вытесненной им воды и положение ЦВ).

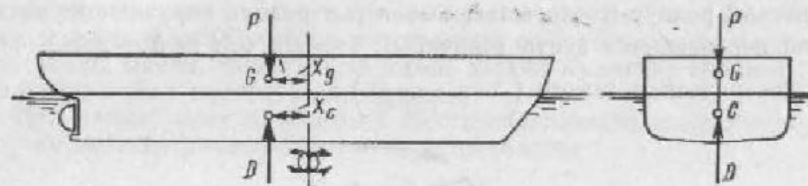


Рис. 8. Действие на судно силы тяжести и силы поддержания.  
 $x_g$  и  $x_c$  — расстояния от плоскости мидель-шпангоута до центра тяжести и центра величины.

Если определить объем погруженной части корпуса для ряда разных осадок и соответствующее этим осадкам весовое водоизмещение судна, то можно построить график, называемый *грузовым размером* (рис. 9). По грузовому размеру легко определить, какой будет осадка при заданном водоизмещении (весе) судна и, наоборот, каким должно быть водоизмещение судна при заданной осадке.

Иногда осадки и соответствующие им водоизмещения сводят в таблицу, называемую *грузовой шкалой*. С помощью грузовой шкалы или грузовой шкалы можно определить, как изменится средняя осадка судна при приеме или расходовании известного количества груза.

**Остойчивостью** называется способность судна, выведенного внешними силами из положения равновесия, возвращаться к этому положению после прекращения действия указанных сил. Наклонения судна могут происходить под действием таких внешних сил, как перемещение грузов на судне, прием или расходование грузов, давление ветра, действие волн и т. п.

Остойчивость, которую судно имеет при поперечных наклонениях, измеряемых углами крена  $\Theta$ , называют *поперечной*. Различают начальную остойчивость при малых наклонениях судна и остойчивость на больших углах крена.

Остойчивость, которую судно имеет при продольных наклонениях, измеряемых углами дифферента  $\psi$ , называют *продольной*.

**Начальная остойчивость.** При крене судна на малый угол под действием какой-либо из названных внешних сил происходит перемещение центра величины (ЦВ) за счет перемещения подводного объема (рис. 10). Величина образующегося при этом восстанавливающего мо-



Рис. 9. Грузовой размер.



мента  $M_B$  зависит от величины плеча между силами веса и силами поддержания наклоненного судна.

Восстанавливающий момент

$$M_B = D l,$$

где  $l = \overline{GK}$ .

Точка  $M$  — поперечный метациентр; отрезок  $\overline{CM} = r$  — метacentрический радиус (соответственно центр и радиус окружности, по которой перемещается центр величины); отрезок  $\overline{GM} = h$  — поперечная метacentрическая высота ( $h = \frac{l}{\sin \theta}$ ).

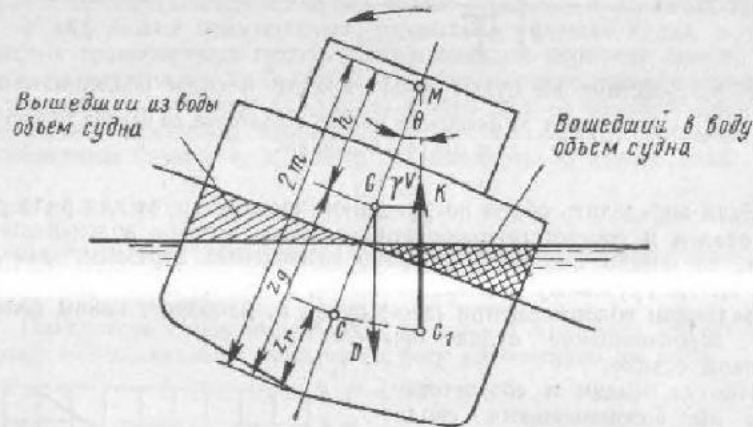


Рис. 10. Действие сил при крене судна.

Метacentрическая высота, представляющая собой возвышение метacentра над центром тяжести судна, является важнейшей характеристикой остойчивости.

Величина  $h$  определяется выражениями

$$h = z_c + r - z_g$$

или

$$h = r - (z_g - z_c),$$

где  $z_c$  — возвышение центра величины над основной линией;

$r$  — поперечный метacentрический радиус;

$z_g$  — возвышение центра тяжести судна над основной линией.

Значение  $z_g$  определяют по весовой нагрузке или принимают приближенно в полном грузу

$$z_g = (0,65 + 0,68) H,$$

где  $H$  — высота бортов на миделе.

Значения  $z_c$  и  $r$  определяют по теоретическому чертежу или принимают приближенно по различным формулам, например,

$$z_c = \left( 0,833 + 0,333 \frac{\delta}{\alpha} \right) T;$$

$$r = \frac{1}{11,5} \cdot \frac{\alpha^2 B^3}{\delta T}.$$

Из приведенных формул видно, что поперечная остойчивость судна возрастает с увеличением  $B$  и  $\alpha$ ; с уменьшением  $T$  и  $\delta$ ; с возвышением центра величины  $z_c$  и с понижением центра тяжести  $z_g$ .

Таким образом, лучшей остойчивостью обладают более широкие суда, а также суда с более низким расположением центра тяжести. При понижении центра тяжести судна, т. е. тогда, когда удается расположить более тяжелые грузы, механизмы и оборудование возможно ниже, а высокорасположенные конструкции по возможности облегчить (надстройки, мачты, трубы с этой целью делают из легких сплавов), — метacentрическая высота увеличивается.

При малых углах наклона восстанавливающий момент определяют по метacentрической формуле остойчивости

$$M_B = Dh \sin \theta,$$

где  $D$  — водоизмещение весовое, т;

$h$  — начальная метacentрическая высота, м;

$\theta$  — угол крена, рад.

Опыт кренования. На построенном судне начальную метacentрическую высоту определяют по метacentрической формуле опытным путем — кренованием судна (рис. 11).

Крепящий момент  $M_{кр}$  вызывается переносом груза  $P$  на расстояние  $y$ .

По метacentрической формуле остойчивости

$$h = \frac{M_{кр}}{D\theta}$$

( $\sin \theta$  заменен величиной  $\theta$  ввиду малости угла крена).

Но так как  $\theta \approx \frac{d}{l}$ , а  $M_{кр} = P \cdot y$ ,

то

$$h = \frac{P \cdot y \cdot l}{D \cdot d}.$$

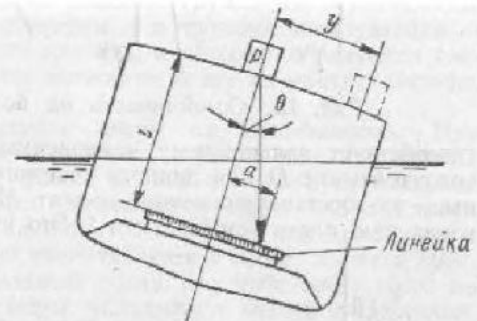


Рис. 11. Схема опыта кренования.

Значения всех величин, входящих в эту формулу, определяются в процессе опыта кренования. Водоизмещение определяется расчетом по осадкам, замеренным по маркам углубления. Перенос груза (чугунные чушки, мешки с песком и т. п.) заменяется тогда на небольших судах перебежками людей (общим весом около 0,2—0,5% от водоизмещения). Угол крена  $\theta$  замеряется весками, опущенными в масляные ванны, или специальными приборами, а также по маркам углубления обоих бортов.

По найденной с помощью кренования начальной метacentрической высоте определяют положение центра тяжести построенного судна.

Абсолютные значения поперечной метacentрической высоты для судов разных типов в полном грузу

	м
Большие пассажирские суда	0,3—1,5
Средние и малые пассажирские суда	0,6—0,8
Большие сухогрузные суда	0,7—1,3

Большие наливные суда	2,0—4,0
Средние сухогрузные суда	0,5—0,8
Речные пассажирские суда	3,0—5,0
Баржи	2,0—10,0
Ледоколы	1,5—4,0
Буксиры	0,5—0,8
Рыбопромысловые суда	0,7—1,0

Остойчивость судна на больших углах крена. По мере увеличения угла крена восстанавливающий момент  $M$  сначала растет (рис. 12, б и в), затем начинает уменьшаться, становится при некотором угле крена равным нулю и уже не препятствует, а, наоборот,

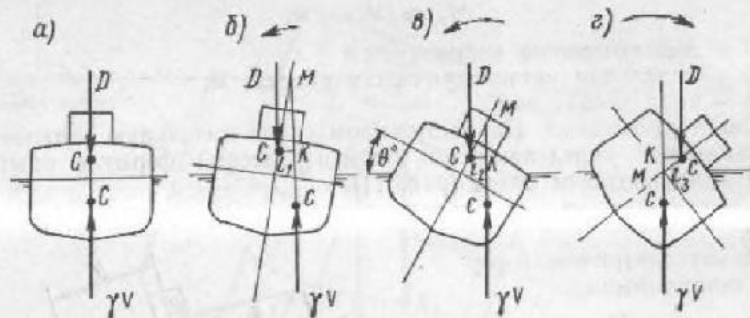


Рис. 12. Остойчивость на больших углах крена.

способствует дальнейшему наклонению судна (рис. 12, г). Так как водоизмещение  $D$  для данного состояния нагрузки остается постоянным, то восстанавливающий момент  $M$  изменяется пропорционально изменению плеча остойчивости  $l$ . Это изменение величины  $l$  в зависи-

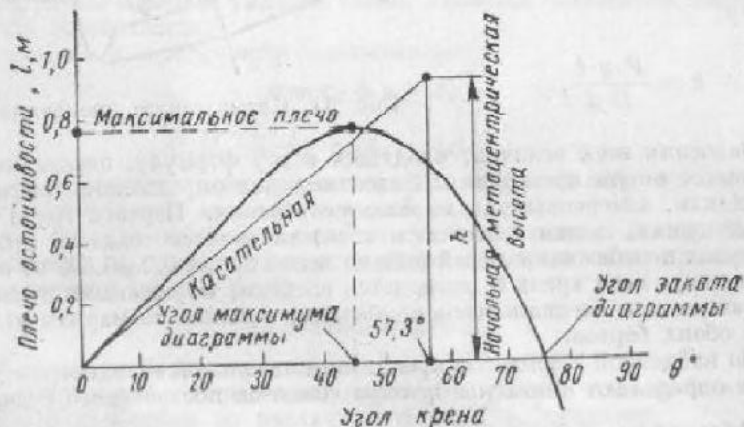


Рис. 13. Диаграмма статической остойчивости.

мости от угла крена  $\Theta$  можно рассчитать и изобразить графически в виде так называемой *диаграммы статической остойчивости* (рис. 13), которую строят для наиболее характерных и опасных с точки зрения остойчивости случаев нагрузки судна.

Зная величину действующего на судно кренящего момента (от давления ветра, от переноса на борт груза, от принятого несимметрично диаметральной плоскости водяного балласта или запасов топлива), с помощью диаграммы остойчивости можно определить величину образующего угла крена, если этот угол более  $10^\circ$ . При малом угле крена его определяют без построения диаграммы — по приведенной выше метацентрической формуле.

По диаграмме статической остойчивости можно определить начальную метацентрическую высоту судна, которая равна отрезку, заключенному между горизонтальной осью и точкой пересечения касательной и кривой в начале координат с вертикалью, проведенной при угле крена  $57,3^\circ$ . Чем круче в начале координат кривая, тем больше начальная метацентрическая высота.

**Влияние жидких грузов на остойчивость.** Если на судне имеются цистерны, неполностью наполненные жидкими грузами, то в случае наклона судна эти грузы будут перемещаться в цистернах в сторону наклона. Из-за этого в ту же сторону переместится центр тяжести судна, что приведет к уменьшению плеча восстанавливающего момента. При этом, чем шире цистерна или отсек, имеющие свободную поверхность жидкости, тем значительнее перемещение центра тяжести и, следовательно, больше уменьшение поперечной остойчивости. Поэтому чтобы ограничить влияние жидких грузов на остойчивость, стремятся уменьшить ширину цистерны, а в процессе эксплуатации — по возможности сократить число цистерн, в которых образуются свободные уровни (т. е. расходовать запасы не сразу из многих цистерн, а поочередно).

**Влияние пересыпания сыпучих грузов на остойчивость.** При перевозке сыпучих грузов, особенно зерна, в результате образования пустот по мере его усадки от тряски и вибрации корпуса во время рейса, при резких или больших наклонениях судна под действием шквала зерно пересыпается на один борт. Количество пересыпавшегося таким образом зерна постепенно увеличивается и может вызвать крен, который приведет к опрокидыванию судна. Во избежание этого на судне принимают специальные меры: укладывают поверх насыпанного в трюм зерна мешки (так называемое *мешкование груза*), устанавливают в трюмах дополнительные временные продольные переборки (шифтинг-борды) и т. д.

Невыполнение этих мероприятий приводит к серьезным авариям и даже гибели судов. Статистика показывает, что более половины судов, погибших из-за опрокидывания, — это суда, перевозившие сыпучие грузы.

**Непотопляемость** — способность судна после затопления части помещений оставаться на плаву и сохранять остойчивость и некоторый запас плавучести, представляющий собой объем водонепроницаемого корпуса выше грузовой ватерлинии (рис. 14).

Чтобы обеспечить непотопляемость судна, необходимо увеличить запас плавучести, а также принять меры, ограничивающие количество поступающей в корпус воды при его повреждении. Первое достигается увеличением высоты надводного борта до верхней водонепроницаемой палубы, второе — подразделением корпуса на ряд относительно небольших отсеков водонепроницаемыми поперечными и продольными переборками.

На гражданских судах запас плавучести обеспечивается назначением судну минимально допустимой высоты надводного борта и напе-



сением на борту грузовой марки. Количество и расположение водонепроницаемых переборок определяется расчетом.

**Ходкость судна.** Способность судна перемещаться по воде с заданной скоростью под действием приложенной к нему движущей силы называется ходкостью.

У транспортных судов различают *скорость хода судна на испытаниях* и *эксплуатационную скорость*, т. е. скорость хода в эксплуатационном режиме работы силовой установки.

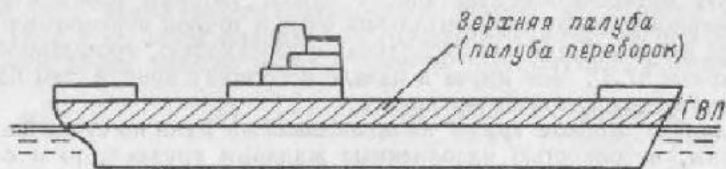


Рис. 14. Запас плавучести.

Для приближенной оценки мощности двигателя, необходимой для обеспечения заданной скорости хода, пользуются широко распространенной формулой адмиралтейских коэффициентов

$$N_e = \frac{D^{2/3} V^3}{C},$$

где  $N_e$  — мощность на валу главного двигателя, л. с.;

$D$  — водоизмещение, т;

$V$  — скорость хода, узлы;

$C$  — адмиралтейский коэффициент.

Значение  $C$  определяется по известным величинам  $N_e$  и  $V$  для близких однотипных судов. Обычно у морских транспортных судов  $C = 250 \div 400$ .

Существенное влияние на ходкость судна оказывается так называемая *относительная скорость судна*. Она выражается числом Фруда, имеющим вид

$$Fr = \frac{V}{\sqrt{gL}},$$

где  $Fr$  — относительная скорость, или число Фруда;

$V$  — скорость хода, м/сек;

$g$  — ускорение силы тяжести ( $g = 9,81$  м/сек<sup>2</sup>);

$L$  — длина судна, м.

Суда, у которых число Фруда не превышает 0,2 называют тихоходными; 0,2—0,25 — среднескоростными; 0,25—0,35 — быстроходными.

Относительную скорость (больше 0,35) имеют только очень быстроходные суда — катера, боевые корабли и т. п.

**Качка.** Колебательные движения, совершаемые плавающим на воде судном под действием сил ветра, волнения, перемещения грузов и т. д., называются *качкой судна*. Различают бортовую, килевую и вертикальную качку.

Качка характеризуется следующими параметрами:

*амплитудой* — наибольшим отклонением в градусах от среднего до крайнего положения;

*размахом* — суммой двух последовательных амплитуд;

*периодом колебаний* — временем совершения двух полных размахов, измеряемым в секундах.

Чем меньше амплитуда и больше период качки, тем благоприятнее условия плавания судна.

Для успокоения качки применяют специальные *успокоители* в виде боковых килей, особых цистерн с переливающейся в них водой, активных бортовых управляемых рулей и т. д.

**Управляемость** называется способностью судна удерживать заданное направление движения (устойчивость на курсе) или изменять его по мере надобности (поворотливость).

**Устойчивость на курсе** оценивается по количеству малых переключений руля с борта на борт, необходимых для удержания судна на курсе (в спокойную погоду — не более 4—6 переключений руля на 3—5°).

**Поворотливость судна** оценивают по диаметру циркуляции (диаметру окружности, описываемой поворачивающимся судном). У большинства судов диаметр циркуляции не превышает 3—5 длин судна.

## § 6. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОЧНОСТИ СУДНА

Корпус плавающего на поверхности судна подобен упругой балке, испытывающей нагрузку от собственного веса, веса груза и судовых запасов и давления воды. Силы веса корпуса судна, его механизмов, оборудования, а также веса перевозимого груза и судовых запасов (топлива, воды, масла, провизии и пр.) действуют в месте расположения данных грузов и направлены *вертикально вниз*. Силы давления воды (силы поддержания) пропорциональны объему погруженной части судна в данном месте и направлены *вертикально вверх*. Суммарная нагрузка от действия этих сил вызывает общий продольный изгиб судна (рис. 15).

Силы веса судна и груза остаются в течение рейса постоянными, силы веса судовых запасов изменяются в течение рейса непрерывно и их в данный момент также можно рассматривать как постоянные.

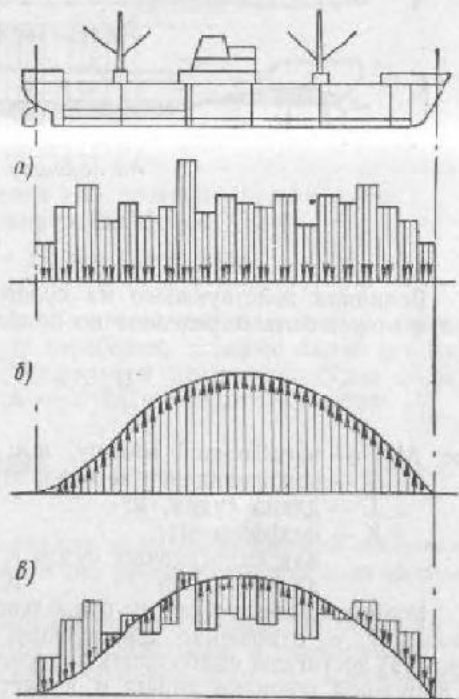


Рис. 15. Нагрузка судна: а — кривая сил веса; б — кривая сил поддержания; в — результирующая нагрузка.

Силы поддержания в условиях тихой воды также постоянные; однако в условиях волнения они непрерывно меняются, в зависимости от того, на вершине или на подошве волны в данный момент находится судно (обычно в качестве расчетной принимают волну, длина которой равна длине судна).

Когда вершина волны находится посередине длины судна (рис. 16), силы поддержания сосредотачиваются в средней части судна и судно изгибается средней частью вверх: получается так называемый *перегиб* судна. Когда судно средней частью попадает на подошву волны, силы поддержания в средней части уменьшаются и судно изгибается средней частью вниз: получается *прогиб* судна. Следует иметь в виду, что и на тихой воде судно может иметь перегиб или прогиб — в зависимости от взаимного распределения по длине судна сил веса и сил поддержания.

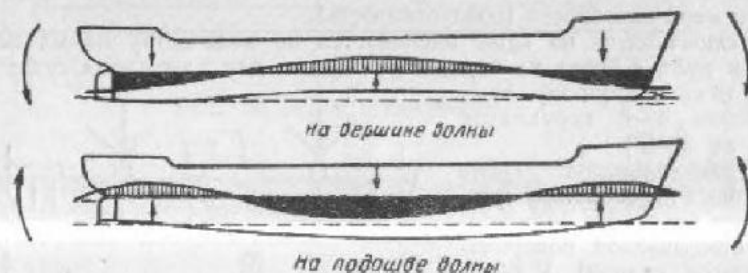


Рис. 16. Изгиб судна на волнении.

Величина действующего на судно суммарного изгибающего момента может быть определена по приближенной формуле

$$M_{\text{изг}} = \frac{DL}{K},$$

где  $M_{\text{изг}}$  — изгибающий момент,  $тм$ ;  
 $D$  — водоизмещение весовое,  $т$ ;  
 $L$  — длина судна,  $м$ ;  
 $K$  — коэффициент;

для сухогрузных судов  $K = 30 + 36$ ;  
 для танкеров  $K = 36 + 42$ .

Возникающие при общем продольном изгибе корпуса судна *напряжения* (т. е. отношение действующей силы к площади поперечного сечения) достигают наибольших значений в крайних связях корпуса — в наружной обшивке днища и в настиле верхней палубы. Поэтому при проектировании и изготовлении этих связей их делают особо прочными.

Между крайними связями корпуса (примерно на половине высоты борта) находится плоскость, называемая *нейтральной*. Находящиеся в ней конструктивные связи не испытывают при общем изгибе судна ни растяжения, ни сжатия. Линия пересечения нейтральной плоскости с ДП называется *нейтральной осью*.

Помимо сил, вызывающих общий продольный изгиб, на судно действуют местные поперечные нагрузки, главным образом, давление забортной воды. Чем глубже судно погружено в воду, тем больше

действующее на него давление воды (рис. 17). Кроме того, на корпус судна действуют такие временные силы, как силы инерции при качке, удары волн и др.

Конструкция корпуса судна должна быть достаточно прочной, чтобы судно могло противостоять как общему изгибу, так и действию различного рода местных нагрузок.

*Общая прочность* корпуса обеспечивается всеми продольными конструктивными связями, идущими непрерывно на значительной длине корпуса (более 15% от всей длины судна).

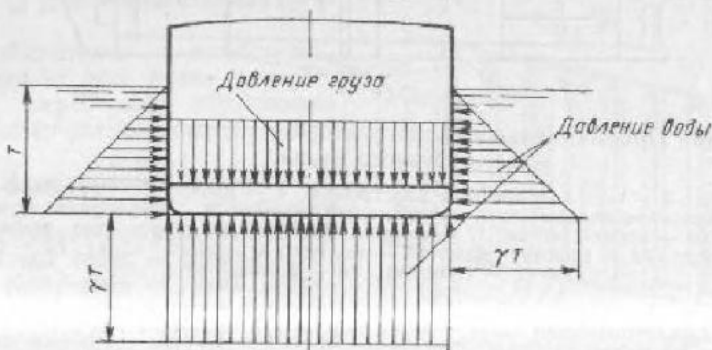


Рис. 17. Схема распределения сил давления воды и груза на корпус судна.

$T$  — осадка;  $\gamma$  — удельный вес воды.

*Местная прочность* корпуса обеспечивается пластинами днища, бортов, поперечных и продольных переборок, а также палуб (от давления палубного груза и накатывающейся на палубу судна воды). Общую и местную прочность корпуса проверяют расчетом.

## § 7. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КОРПУСА

*Корпус судна* — замкнутая, тонкая водонепроницаемая оболочка, укрепленная изнутри системой балок, ребер жесткости и диафрагм, образующих каркас (рис. 18).

*Основные связи корпуса* — перекрытия, состоящие из обшивки и лабара. Все связи корпуса делятся на продольные и поперечные.

К *продольным* связям относятся: обшивка корпуса, настилы палуб, платформ, второго дна, продольные переборки, все продольные днищевые, бортовые и подпалубные балки. К *поперечным* связям относятся: обшивка корпуса, настилы палуб и платформ, а также поперечные переборки и все поперечные балки (шпангоуты, флоры, бимсы).

*Перекрытия* — совокупность пластин и подкрепляющих их ребер жесткости. Различают днищевое, бортовое и палубное перекрытия. Для каждого перекрытия опорным контуром служат другие перекрытия.

*Наружная обшивка* (рис. 19) — водонепроницаемая оболочка, являющаяся одновременно важнейшей продольной и поперечной связью корпуса.



**Пояс наружной обшивки** — продольный ряд расположенных друг за другом листов.

**Пояс ледовый** — утолщенные листы бортовой обшивки корпуса в районе действия ледовой нагрузки.

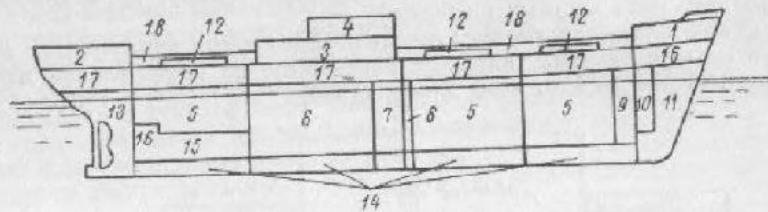


Рис. 18. Принципиальное конструктивное устройство корпуса сухогрузного судна.

1 — бак; 2 — ют; 3 — средняя надстройка; 4 — рубка; 5 — грузовой трюм; 6 — машинное отделение; 7 — топливный бункер; 8 — коффердам; 9 — дил-танк; 10 — целый ящик; 11 — форпик; 12 — комингс грузового люка; 13 — ахтерпик; 14 — двойное дно; 15 — коридор гребного вала; 16 — рецесс; 17 — твиндек; 18 — фальшборт.

**Горизонтальный киль** — пояс наружной обшивки в диаметральной плоскости судна.

**Ширстрек** — верхний бортовой пояс, примыкающий к палубному стрингеру верхней палубы.

**Стык** — соединение двух листов по их коротким кромкам.

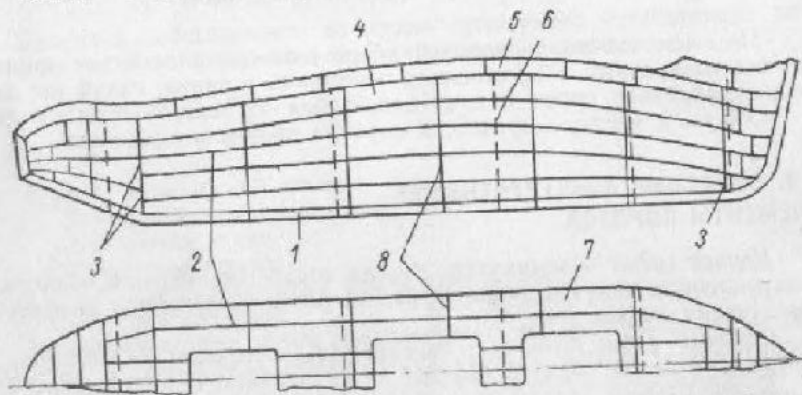


Рис. 19. Растяжка наружной обшивки и верхней палубы.

1 — горизонтальный киль; 2 — паз; 3 — потеряй; 4 — ширстрек; 5 — фальшборт; 6 — поперечная переборка; 7 — палубный стрингер; 8 — стык.

**Паз** — соединение двух листов по их длинным кромкам.

**Верхняя палуба** — верхняя горизонтальная часть оболочки корпуса.

**Палубный стрингер** — крайний бортовой пояс настила верхней палубы, прилегающий к ширстреку.

**Палуба** — горизонтальное перекрытие внутри корпуса, идущее по всей ширине и (как правило) по всей длине судна.

**Платформа** — горизонтальное перекрытие внутри корпуса, идущее не по всей длине или ширине судна.

**Твиндек** — расстояние между палубами или платформами.

**Переборки** — перекрытия из листов и подкрепляющих ребер. Различают водонепроницаемые, нефтенепроницаемые и проницаемые переборки.

**Водонепроницаемые поперечные переборки** (рис. 20) — переборки, устанавливаемые вертикально в плоскостях, перпендикулярных ДП, от дна до верхней палубы и делящие подпалубный объем корпуса на ряд водонепроницаемых отсеков.

**Форпиковая переборка** — первая от носа судна поперечная переборка, образующая крайний носовой отсек — форпик.

**Ахтерпиковая переборка** — последняя кормовая поперечная переборка, образующая крайний кормовой отсек — ахтерпик.

**Коффердам** — узкий непроницаемый изолированный отсек, образованный двумя рядом расположенными непроницаемыми переборками. Коффердам препятствует протечке нефтепродуктов или масла из грузового танка, топливной или масляной цистерны в соседнее помещение (цистерну).

**Коридор гребного вала** — водонепроницаемый туннель для вывода валопровода из машинного отделения (расположенного на некоторых судах в средней части) в кормовую часть корпуса.

**Рецесс** — местный выступ в переборке.

**Набор корпуса** — совокупность связей, подкрепляющих обшивку (рис. 21). Различают набор днища, бортов, палуб и переборок.

Подкрепляющие перекрытия ребра жесткости (балки) идут, как правило, в двух взаимно перпендикулярных направлениях: продольном и поперечном. Обычно балки одного направления поддерживают балки другого. В этом случае более жесткие балки называют *перекрестными связями*, менее жесткие — *балками главного направления*.

В зависимости от ориентации балок главного направления различают *систему набора перекрытия*. При поперечной системе балки главного направления идут от борта к борту, при продольной системе — вдоль судна.

Поперечная система набора перекрытий применяется на небольших судах. Продольная система набора применяется на крупных и быстроходных морских судах (на танкерах, больших сухогрузных судах, пассажирских судах и т. д.). Кроме чисто поперечной и продольной систем набора, применяют *комбинированную систему* — днищевое и палубное перекрытия набирают по продольной системе, борта, оконечности и другие конструкции — по поперечной.

**Шпация** — расстояние между соседними шпангоутами.

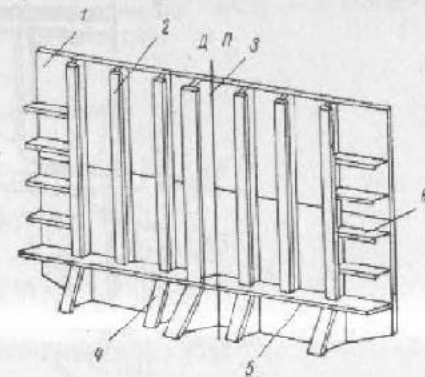


Рис. 20. Поперечная переборка.

1 — полотно; 2 — стойка; 3 — доковая стойка; 4 — киль; 5 — шельф; 6 — ребра жесткости.

Сечение по машинному отделению

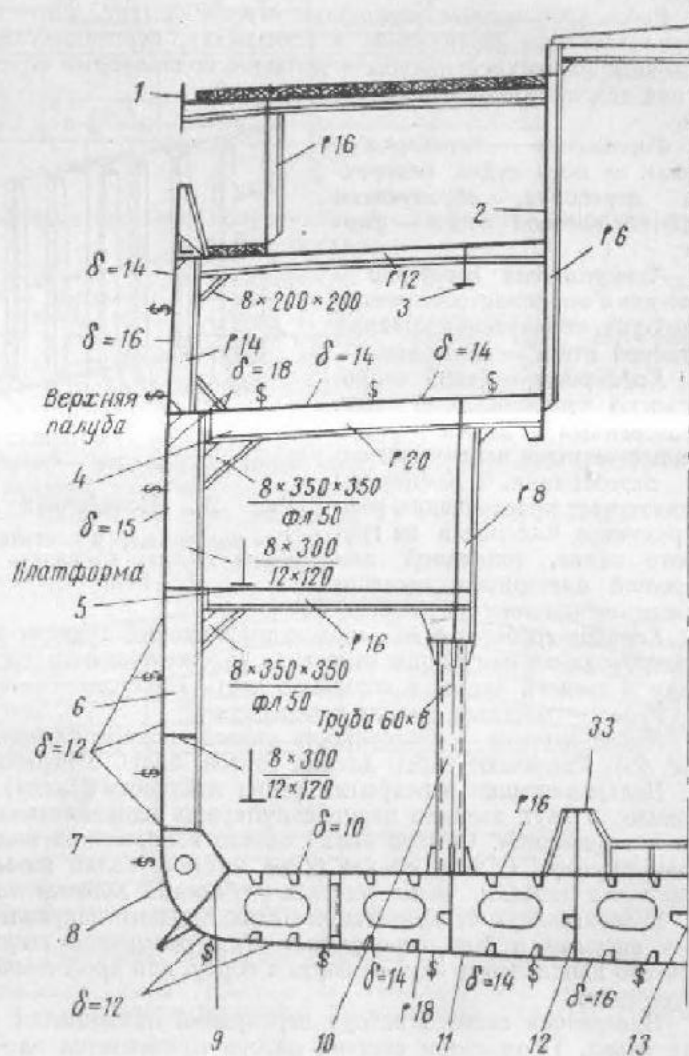


Рис. 21. Конструктивный мидель-шпан

1 — ватервейс; 2 — машинная шахта; 3 — карлингс; 4 — рамный бимс; скула; 5 — крайний междулонный лист; 6 — пиллерс; 7 — флор (проницаемый); 8 — продольные ребра жесткости наружной обшивки; 9 — обшивка днища; 10 — обшивка второго дна; 11 — скуловой киль; 12 — шпан; 13 — ширстрек; 14 — ширстречный угольник; 15 — фальшборт; 16 — план конингс грузового лока; 17 — продольная полупереборка

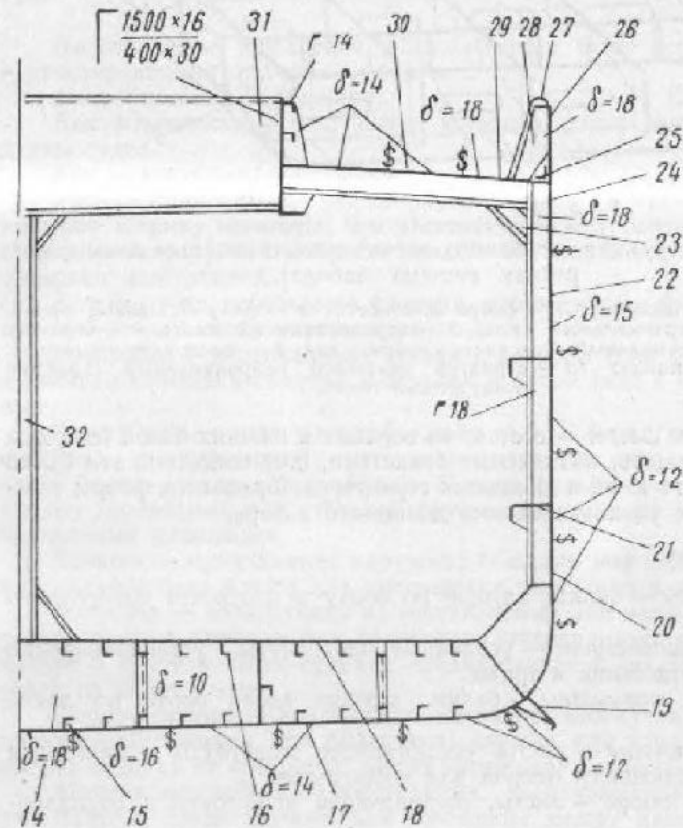
Днищевый набор (рис. 22)

Вертикальный киль — основная продольная балка днищевого набора (на судах с двойным дном), расположенная в диаметральной плоскости судна. На судах без двойного дна, в частности на речных судах, такая балка называется *средним кильсоном*.

Днищевые стрингеры — продольные балки, устанавливаемые в днище между вертикальным килем и бортом. На судах без двойного дна подобные балки называют *боковыми кильсонами*.

Скуловой стрингер (крайний междулонный лист) — днищевой стрингер, расположенный в районе скулы судна.

Сечение по грузовому трюму



гоут однопалубного сухогрузного судна.

5 — настил платформы; 6 — рамный шпангоут; 7 — скуловая кница; 8 — цемей; 9 — обшивка днища; 10 — обшивка второго дна; 11 — обшивка наружной обшивки; 12 — обшивка бортовой обшивки; 13 — обшивка бимсов; 14 — обшивка шир; 15 — обшивка контрфорса; 16 — обшивка палубного стрингера; 17 — обшивка палубного настила; 18 — обшивка в грузовом трюме; 19 — фундамент под главный двигатель.



*Флоры* — днищевые балки, идущие поперек судна и являющиеся опорой для наружной обшивки днища, второго дна и днищевых стрингеров.

*Сплошные флоры* — состоят из вертикального листа, подкрепленного соответственно настилом второго дна и наружной обшивкой. Сплошные флоры бывают проницаемые (с вырезами) и непроницаемые.

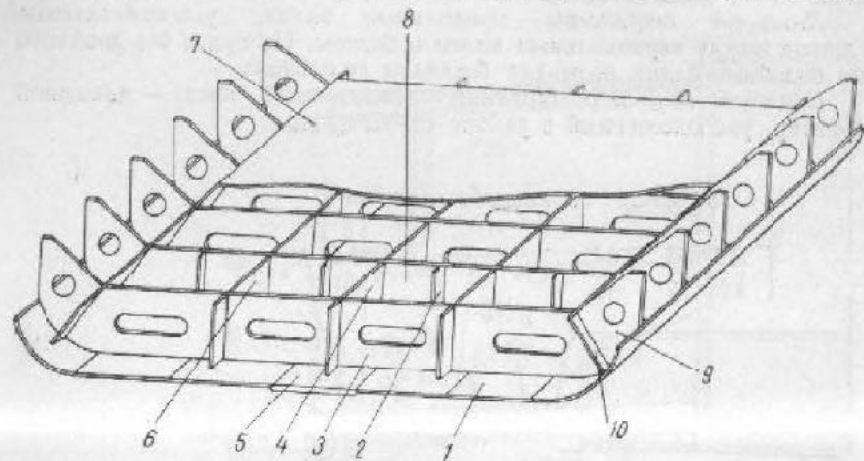


Рис. 22. Конструкция днищевого перекрытия с двойным дном (поперечная система набора).

1 — наружная обшивка; 2 — ребро жесткости; 3 — флор сплошной проницаемый; 4 — вертикальный киль; 5 — горизонтальный киль; 6 — стрингер днищевой непроницаемый; 7 — настил второго дна; 8 — флор непроницаемый; 9 — скуловая кница; 10 — стрингер днищевой непроницаемый (крайний междулонный лист).

*Бракетные флоры* — состоят из верхних и нижних балок (сварных профилей) и листов, называемых бракетами, соединяющими эти балки у вертикального килля и днищевых стрингеров. Бракетные флоры устанавливаются для уменьшения веса днищевого набора.

### Бортовой набор

*Шпангоуты* — балки, идущие по борту в плоскости поперечного сечения судна.

*Рамные шпангоуты* — усиленные шпангоуты, устанавливаемые в машинном отделении в трюме.

*Бортовые стрингеры* — балки, идущие вдоль борта по длине судна.

*Скуловые кницы* — листы, соединяющие шпангоуты с днищевым набором и являющиеся опорой для шпангоутов.

*Бимсовы кницы* — листы, соединяющие шпангоуты с подпалубным набором.

### Подпалубный набор

*Бимсы* — балки, идущие под палубой поперек судна от одного борта до другого.

*Бимсы рамные* — бимсы увеличенных размеров, входящие в состав шпангоутной рамки.

*Полубимсы* — бимсы в районе больших вырезов в настиле палубы, идущие от борта до выреза.

*Бимсы холостые* — бимсы, не покрытые палубным настилом.

*Карлингсы* — балки, идущие под палубой вдоль судна.

*Шпангоутная рамка* — флор, шпангоут и бимсы, соединенные скуловыми и бимсовыми кницами в одном поперечном сечении.

*Пиллерс* — металлическая стойка (обычно круглого или крестообразного сечения), являющаяся опорой для бимса.

*Комингс лока* — конструкция из листа с набором, окаймляющая по периметру вырез лока в палубе.

### Конструктивные элементы корпуса, расположенные выше верхней палубы

*Надстройка* — помещение, расположенное выше верхней палубы и простирающееся от борта до борта.

*Бак* — носовая надстройка.

*Бак удлинённый* — бак, длина которого равна или более 0,25 длины судна.

*Кот* — кормовая надстройка.

*Рубка* — помещение, расположенное выше верхней палубы и имеющее ширину меньшую, чем расстояние между бортами; если расстояние между рубкой и бортом меньше 4% ширины судна, то рубку называют надстройкой.

*Кап* — рубка небольшого размера, ограждающая вырез в открытой палубе для схода внутрь корпуса.

*Выгородка* — вертикальная стенка с набором (или без него), разделяющая помещения внутри надстроек и рубок (или в основном корпусе).

*Фальшборт* — пояс высотой около 1,2—1,4 м, подкрепленный стойками (контрфорсами); устанавливается на открытых палубах вдоль бортов между надстройками. Поверх фальшборта обычно укладывают деревянный или стальной брус с закругленной поверхностью, называемый *планирем*.

*Козырек* — продолжение наружной обшивки над верхней палубой или палубой бака в носу для уменьшения заливания палубы.

*Волнолом* — конструкция из вертикальных или наклонных листов, подкрепленных кницами или бракетами; устанавливается на открытой палубе в носовой части судна и предназначается для отвода попадающей на палубу воды.

*Ветроотбойник* — конструкция из листов изогнутой формы, подкрепленных кницами или бракетами; служит для отвода встречного потока воздуха на открытых частях (крыльях) ходового мостика.

*Мостик переходной* — конструкция, расположенная выше верхней палубы; предназначена для сообщения между надстройками или для перехода с борта на борт. Переходной мостик обычно устанавливается на танкерах.

*Ватервейс* — желоб, образующийся между крайним брусом палубного настила и листами наружной обшивки. (Он обычно цементируется.)

## Конструктивные элементы оконечностей корпуса

**Форштевень** — передняя часть набора корпуса (массивная литая, ковкая, сварная или, чаще, литосварная); служит продолжением киля и образует нос судна.

**Ахтерштевень** — кормовая часть набора судна (литой, сварной, ковкой или, чаще, литосварной конструкции).

**Брештыки** — горизонтальные листы треугольной формы, скрепляющие сходящиеся у штевней правые и левые ветви бортовых стрингеров.

**Дейдвудная труба** — непроницаемая труба в корпусе судна, через которую проходит гребной вал.

**Мортира** — труба с фланцем, отлитая по обводу корпуса в месте выхода гребного вала; служит для обеспечения непроницаемости в месте выхода гребных валов двухвалных судов.

**Выкружка** — изогнутый лист наружной обшивки в районе выхода гребного вала.

**Кронштейн гребного вала** — одно- или двулапая опорная конструкция для гребных валов двухвалных судов.

**Гельмпортная труба** — непроницаемая труба в корпусе судна, через которую проходит баллер руля.

## § 8. СОЕДИНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ КОРПУСА

Соединение деталей корпусных конструкций бывают сварными и заклепочными.

**Сварные соединения** — наиболее распространенный тип соединения корпусных конструкций. К ним относятся (рис. 23): соединения

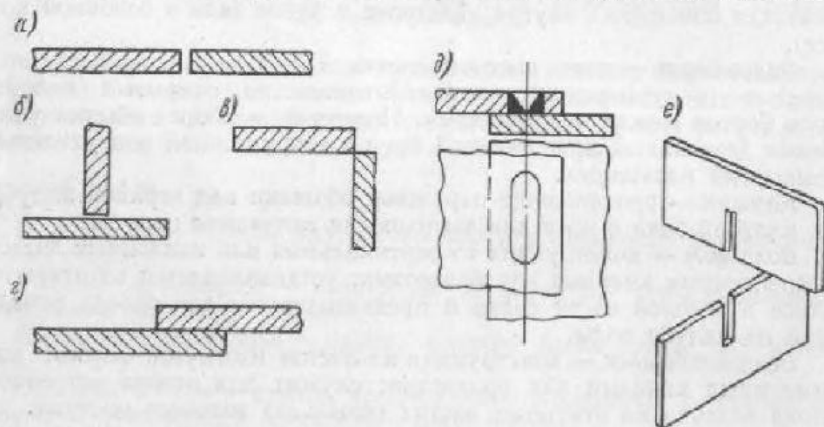


Рис. 23. Типы сварных соединений: а — соединение встык; б — тавровое; в — угловое; г — внакрой; д — прорезное; е — гребенчатое.

*встык, тавровые, угловые и внакрой.* Кроме того, встречаются такие разновидности сварных соединений, как *прорезные и гребенчатые.* Соединения внакрой применять не рекомендуется и по возможности следует заменять стыковыми соединениями.

*Швы сварных соединений* бывают стыковые, угловые и пробочные. Стыковыми швами сваривают стыковые соединения, пробочными — прорезные и угловыми — все остальные типы сварных соединений.

Сварку выполняют ручным, полуавтоматическим и автоматическим способами.

По расположению в пространстве сварные швы могут быть нижними, вертикальными, горизонтальными и потолочными.

Сварные швы выполняют сплошными и прерывистыми.

Конструктивные элементы подготовки кромок сварных соединений приведены в Приложении II.

**Заклепочные соединения.** В настоящее время в связи с широким применением сварки заклепочные соединения используются редко — в основном в отдельных ответственных судовых конструкциях, когда необходимо воспрепятствовать распространению возникающих при эксплуатации трещин (соединение ширстрека с палубным стрингером, барьерные швы на верхней палубе и в районе скулы и т. п.).

Заклепочные соединения листов выполняются *внакрой, внакрой с фланжировкой, встык на одной стыковой планке и встык на двух стыковых планках* (рис. 24). Кроме того, заклепочные соединения подразделяют (рис. 25 и 26): по назначению (на прочные, плотные и прочно-плотные); по типу заклепок (с полукруглой, конической, потайной и полупотайной закладной головкой), по расположению заклепок (на цепные одпорядные, цепные двухрядные и шахматные швы).

Число рядов заклепок в шве может быть от одного до четырех. Шаг заклепок (расстояние между центрами соседних заклепок в одном ряду) может изменяться от  $3,5d$  до  $4,5d$  ( $d$  — диаметр заклепки) в плотных и прочно-плотных швах и до  $8+10d$  — в прочных швах.

Центры заклепочных отверстий крайнего ряда должны быть удалены от кромки детали не менее чем на  $1,5d$  для деталей, не подлежащих чеканке, и  $1,75d$  — для деталей, кромки которых чеканятся.

Расстояние между рядами заклепок при цепном расположении должно быть не меньше  $2,5d$  для пазов и  $3,5d$  для стыков.

При шахматном расположении это расстояние должно быть от  $1,85d$  до  $2,5d$ ; многорядные заклепочные соединения, как правило, имеют цепное расположение заклепок. Шахматная клепка допускается только для малых судов.

Для обеспечения плотности (водонепроницаемости) заклепочных швов их *чеканят*. Чеканка производится специальным инструментом — чеканом, уплотняющим материал у кромки швов с обеих сторон соединения (либо с одной стороны).

При выполнении клепаных конструкций необходимо соблюдать следующие условия:

общая толщина соединяемых листов не должна превышать четырех диаметров заклепки;

диаметр заклепки должен быть не меньше толщины наиболее толстого из склепываемых листов;

длина стержня заклепки должна быть достаточной для образования замыкающей головки; для этого ее берут равной общей толщине склепываемых деталей (с планками) с увеличением на  $1,25d$  для круглой головки и  $0,75d$  — для потайной головки.

Кроме сварных и заклепочных соединений, в корпусостроении применяют:

**болтовые соединения** — для крепления некоторых съемных листов, фундаментов и пр.;



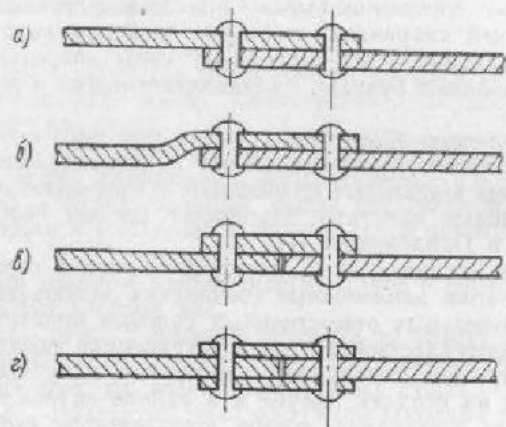


Рис. 24. Типы заклепочных соединений: *a* — внакрой; *б* — внакрой с фланжировкой; *в* — встык на одной стыковой планке; *г* — встык на двух стыковых планках.

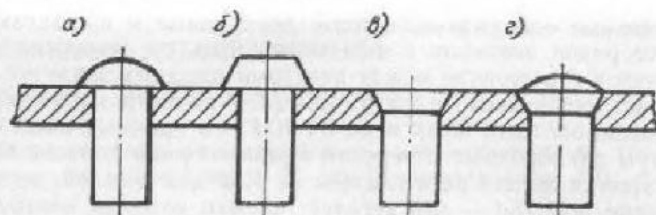


Рис. 25. Типы заклепок: *a* — с полукруглой головкой; *б* — с конической головкой; *в* — с потайной головкой; *г* — с полупотайной головкой.

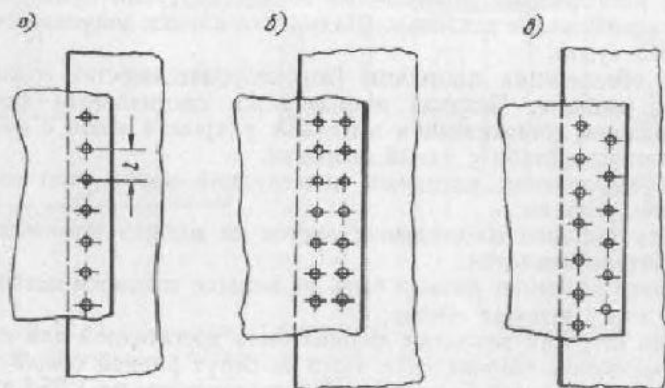


Рис. 26. Типы заклепочных швов: *a* — цепной однорядный; *б* — цепной двухрядный; *в* — шахматный двухрядный.

*l* — шаг заклепок.

*шпильчатые соединения* — для крепления крышек горловин, изоляции, досок палубного настила;

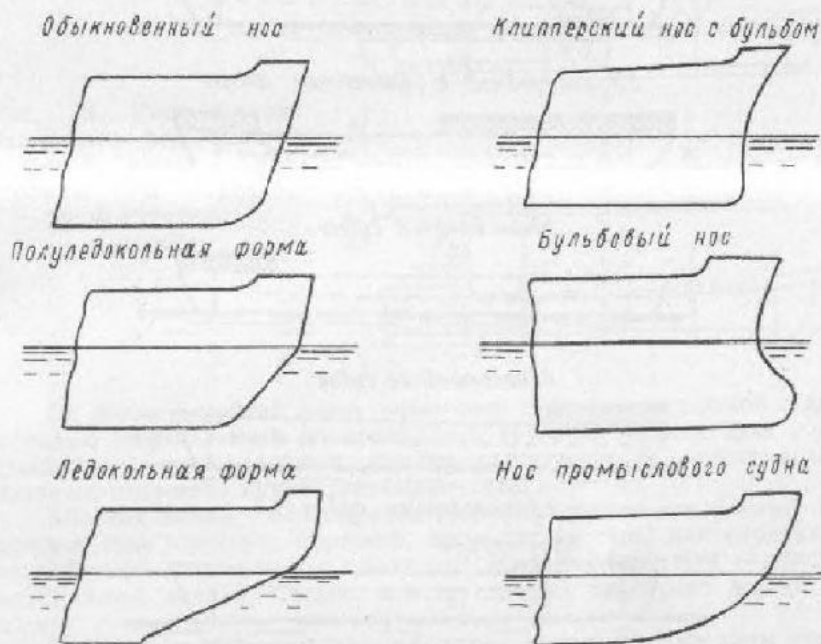
*гайки* — для соединения листов большой толщины, а также в тех местах, где установка обычных заклепок затруднительна.

## § 9. АРХИТЕКТУРА СУДНА

Архитектурный тип судна определяется его внешней формой и числом палуб основного корпуса.

Внешний вид судна зависит от формы основного корпуса; числа, расположения и формы надстроек и рубок; местоположения главных механизмов и формы дымовых труб; типа и расположения грузового устройства, райгоута (мачт) и т. д.

### Формы носовой оконечности



### Формы кормовой оконечности



Рис. 27. Типичные формы носовой и кормовой оконечностей корпуса.

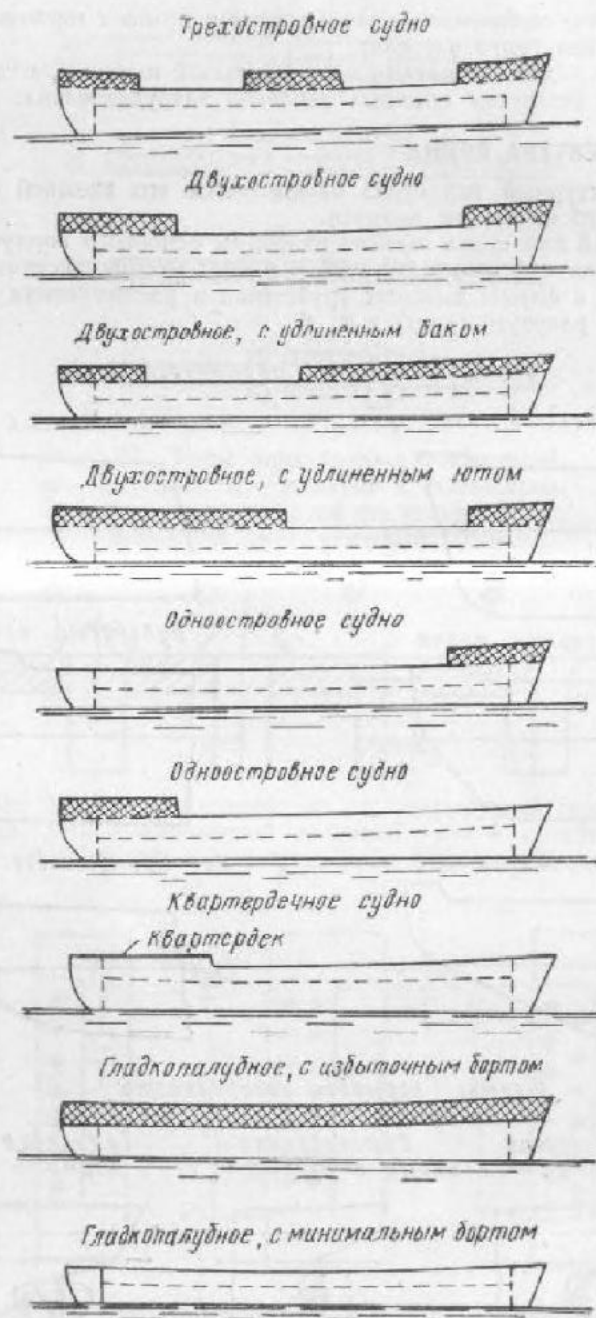
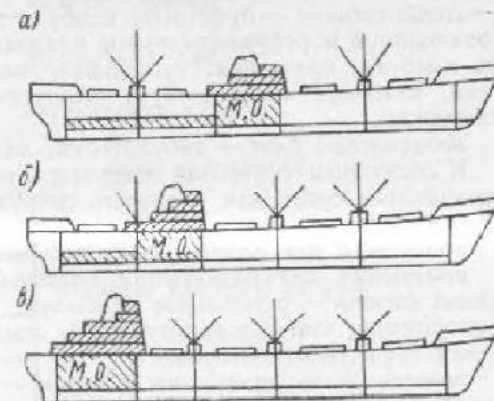


Рис. 28. Архитектурно-конструктивные типы судов, отличающиеся числом и расположением надстроек.

Форма основного корпуса характеризуется формой штевней (рис. 27), формой линии седловатости и килевой линии, обводами кормовой оконечности, которые определяются количеством гребных винтов, и т. д.

Для гражданских судов наиболее распространенной формой штевня является обыкновенный нос. В последнее время для крупнотоннажных судов чаще используют бульбовую форму носа, обеспечивающую увеличение скорости хода примерно на 5% без дополнительной мощности. Что касается кормовой оконечности, то для морских транспортных судов наиболее характерна крейсерская корма, для специальных и быстроходных судов — транцевая, а для речных и тихоходных судов — обыкновенная корма с подзором.

Рис. 29. Расположение машинного отделения и основной жилой надстройки: а — среднее; б — промежуточное; в — кормовое.



По форме палубной линии различают суда со стандартной седловатостью (определяемой по правилам о грузовой марке), суда с нестандартной седловатостью и суда без седловатости. К последним, как правило, относятся крупнотоннажные суда.

Килевая линия у большинства судов горизонтальная. Однако некоторые суда (буксиры, портовые, промысловые суда) для улучшения их поворотливости строят с конструктивным дифферентом — наклонной килевой линией. Обычно конструктивный дифферент делают на корму.

По числу и расположению надстроек архитектурные типы судов делятся на: трехостровные, двухостровные, одноостровные и гладкопалубные (рис. 28). Иногда встречаются кварталdeckные суда, имеющие кварталdeck или местный подъем (на 0,8—1,2 м) верхней палубы в кормовой части.

Суда, у которых надводный борт равен по величине вычисленному по Правилам о грузовой марке, называют судами с минимальным надводным бортом. Если же надводный борт судна больше минимального, то оно относится к архитектурному типу судов с избыточным надводным бортом.

На архитектуру судна влияет также местоположение машинного отделения и основной жилой надстройки. Различают суда со средним, кормовым и промежуточным расположением (рис. 29) машинного отделения.



## Классификация судовых помещений

Все помещения любого судна подразделяются на три основные группы: 1) помещения экипажа, 2) служебные помещения, 3) специальные помещения.

**Помещения экипажа** предназначены для размещения комсостава и команды. К числу таких помещений относятся:

*жилые помещения* — каюты комсостава и команды;

*общественные* — кают-компания и салоны комсостава, столовая, красный уголок, комната для занятий, спорт-залы, библиотека, каюты общественных организаций;

*санитарно-гигиенические* — умывальные, туалетные, душевые, ванны, бани, плавательные бассейны;

*хозяйственные* — буфетные, камбуз, хлебопекарня, посудомойка, провизионные и рефрижераторные кладовые, цистерны питьевой воды для камбуза, прачечная, сушильная, кладовые грязного и чистого белья, кладовые хозяйственного инвентаря, помещения для сушки и хранения спецодежды;

*медицинский блок* — амбулатория, лазарет и изолятор.

К служебным относятся помещения, необходимые для нормальной эксплуатации судна как плавучего сооружения.

В их число входят:

помещения для *главных и вспомогательных механизмов*;

помещения для размещения *палубных механизмов и механизмов судовых систем* — румпельное отделение, станции углекислотного пожаротушения, станции пенотушения, станции дистанционного замера уровня груза, вентиляторные и т. д.;

*навигационные помещения и посты* — рулевая, штурманская, радиорубка, помещение лага и эхолота, гирокомпасная и пр.;

*кладовые* общесудового назначения — шкиперская, фонарная, малярная, кладовые аварийно-спасательного имущества и пр.;

*цистерны* судовых навигационных запасов — топлива, масла, воды;

*балластные отсеки*, цистерны и коффердамы;

*туннель гребного вала*.

**Специальные помещения** (связанные с назначением судна) предназначаются, в зависимости от типа судна, для размещения груза (грузовые трюмы на грузовых и грузо-пассажирских судах); пассажиров (жилые, общественные, санитарно-гигиенические и хозяйственные помещения — на пассажирских судах); специального технологического оборудования — для обработки рыбы на промысловых судах, и т. д.

## Расположение судовых помещений

Для определения того или иного помещения на судне приняты следующие названия палуб и междупалубных помещений (рис. 30).

В корпусе (сверху вниз): верхняя палуба, вторая палуба, третья палуба, настил второго дна.

В надстройках и рубках (снизу вверх): палуба надстройки (бака, юта, средней надстройки); прогулочная палуба (или палуба рубки 2-го яруса); шлюпочная палуба (или палуба рубки 3-го яруса); мостик нижний, мостик верхний (навигационный).

Междупалубное пространство между настилом второго дна и ближайшей палубой называется *трюмом*; остальные междупалубные пространства называют *твиндеками*.

Расположение помещения по длине и ширине судна обозначается, соответственно, номерами шпангоутов, ограничивающих помещение по длине, и наименованием борта, на котором находится помещение.

Расположение основных групп помещений на сухогрузном и пассажирском судах схематически показано на рис. 31, а на танкере — на рис. 32 (см. вклейку в конце книги).

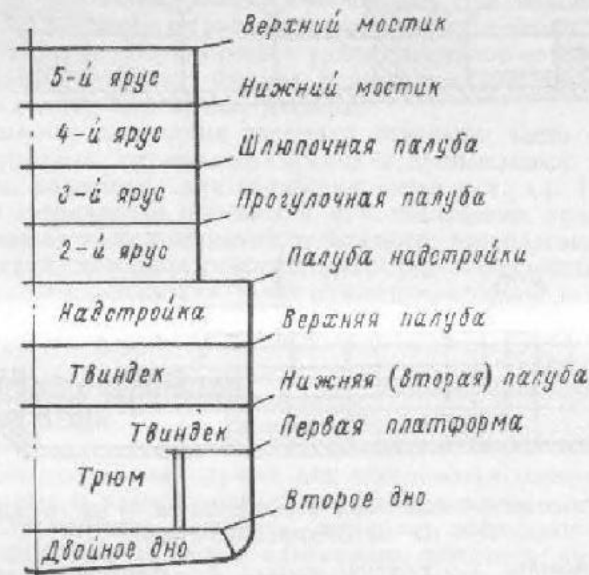


Рис. 30. Наименования палуб и междупалубных помещений.

**Жилые помещения** экипажа на грузовых судах находятся, как правило, в надстройке или под верхней палубой основного корпуса — преимущественно ближе к средней части судна, где менее всего ощущается качка и вибрация от работающих гребных винтов. Исключение составляют грузовые суда с чисто кормовым расположением машинного отделения, на которых все жилые помещения экипажа размещаются в кормовой надстройке (кроме танкеров со средней рубкой, обычно имеющей несколько кают старшего комсостава). Расположение жилых помещений в корме, где особенно ощутима килевая качка, а также шум и вибрация корпуса от работы гребных винтов создают плохие условия обитаемости для экипажа, является одним из главных недостатков кормового расположения машинного отделения.

**Каюта капитана** обычно находится на правом борту — на ярусе ниже рулевой рубки; **каюта старшего помощника** — на том же ярусе, на левом борту. Все остальные помощники капитана и начальник радиостанции размещаются здесь же или ниже ярусом. Помещение старшего механика, механиков и машинной команды располагают по возможности ближе к машинному отделению.

Общественные и санитарно-гигиенические помещения должны находиться в непосредственной близости от жилых помещений. Для общественных помещений отводятся лучшие участки надстроек с хорошим обзором из иллюминаторов.

Хозяйственные помещения размещают по возможности ближе к тем объектам, которые они обслуживают. Так, камбузный блок (камбуз,

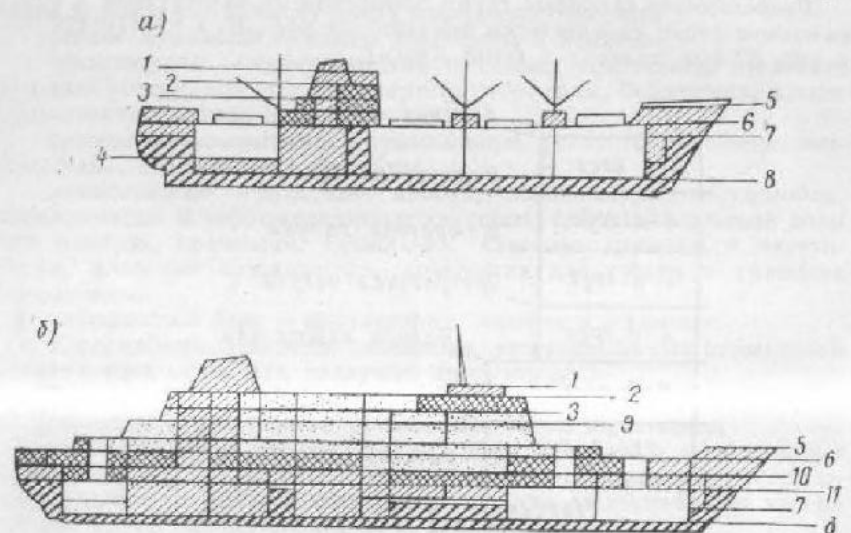


Рис. 31. Расположение основных помещений: а — на грузовом судне; б — на пассажирском судне.

1 — верхний мостик; 2 — нижний мостик; 3 — шлюпочная палуба; 4 — платформа; 5 — палуба надстройки; 6 — верхняя или 1-я палуба; 7 — платформа; 8 — второе дно; 9 — прогулочная палуба; 10 — 2-я палуба (палуба переборок); 11 — 3-я палуба.

Обозначения помещений: — для экипажа; — грузовые; — служебные; — для пассажиров; — для топлива, воды и балласта.

хлебопекарня и т. д.) оборудуют рядом с помещением столовой команды и кают-компании, обычно на одной и той же палубе, или под ними (с оборудованием специального лифта для подачи пищи из камбуза в буфетную). В свою очередь, провизионные кладовые располагаются рядом или, чаще, под камбузом (на один или два яруса ниже). При размещении провизионных кладовых обязательно учитывают удобство погрузки провизии на судно с помощью судовых средств.

Прачечный блок располагают обычно под верхней или даже нижней палубой в кормовой части судна, там, где неудобно оборудовать помещение для постоянного пребывания людей.

Медицинский блок находится, как правило, в надстройке (обычно в средней), в удалении от основных магистральных коридоров и мест скопления команды и пассажиров.

Служебные помещения могут быть размещены по всему судну. Их место определяется либо назначением самого помещения, либо необходимостью использовать площади, непригодные для жилых помещений (например, над фор- и ахтерпиком и ниже ватерлинии). Большинство служебных помещений располагают в трюме, в оконечностях судна, в рубках на верхней палубе, в надстройках. Часть навигационных помещений — рулевая, штурманская, радиорубка — располагают на мостике.

Для цистерн с запасами топлива, воды, масла, а также балластных цистерн используют отсеки двойного дна (так называемое между-донное пространство), а также специальные глубокие цистерны — днитанки, которые оборудуются в районе машинно-котельного отделения и в районе форпика. Форпик и ахтерпик, как правило, используются в качестве балластных цистерн.

Специальные помещения занимают основную часть объемов корпуса на грузовых, грузо-пассажирских и промысловых судах (грузовые трюмы, помещения для обработки улова и т. д.). На пассажирских судах специальные помещения, т. е. помещения, предназначенные для размещения и обслуживания пассажиров, располагают в надстройках и верхних твиндеках основного корпуса — обязательно выше ватерлинии и, по возможности, выше водонепроницаемой палубы (палубы переборок).

## § 10. СУДОВЫЕ УСТРОЙСТВА И ДЕЛЬНЫЕ ВЕЩИ

Судовые устройства служат для обеспечения определенных эксплуатационных и навигационных качеств судна.

К числу судовых устройств, которыми оборудуются почти все суда, независимо от их типа и назначения, относятся: рулевое устройство, якорное, швартовное, буксирное, шлюпочное, грузовое, леерное и пр.

Кроме того, на некоторых судах специального назначения (промысловых, гидрографических, исследовательских и т. д.) применяют различные дополнительные устройства, обеспечивающие выполнение специальных задач, поставленных перед судном.

Работа судовых устройств, как правило, осуществляется с помощью механизмов, называемых палубными (так как большинство из них расположено на палубах).

Привод этих механизмов может быть электрическим, гидравлическим, электрогидравлическим или паровым.

Выбор типа привода определяется обычно в зависимости от типа главных механизмов судна и их эксплуатационных особенностей, влияющих на целесообразность применения того или иного вида энергии; большую роль при этом играет принятый на судне тип главного двигателя.

Рулевое устройство предназначено для обеспечения управления судном. В его состав входят: руль, рулевая машина, рулевой привод и привод управления рулевой машиной (рис. 33).

Руль состоит из пера руля — плоского или обтекаемого щита, площадь которого у морских судов составляет  $\frac{1}{40} \div \frac{1}{60}$  от произведения  $L \cdot T$ , и баллера — стержня, служащего для закрепления руля на



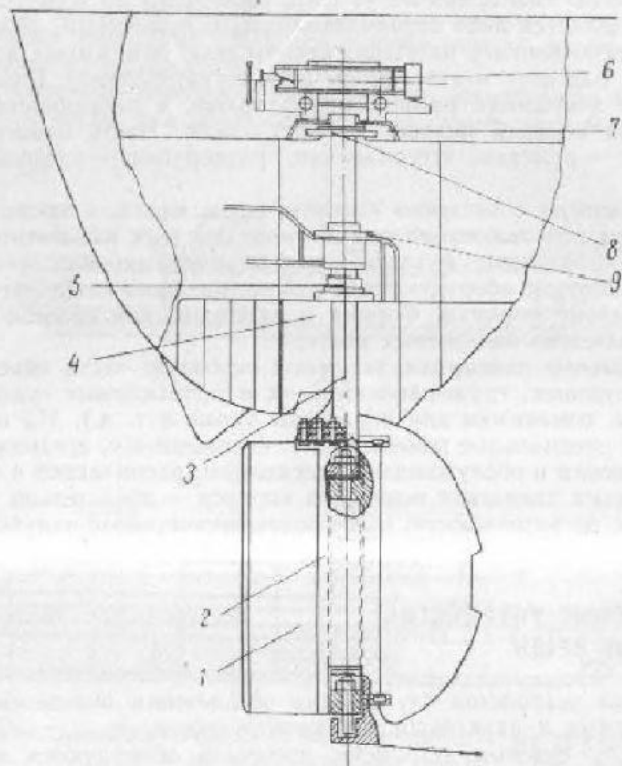


Рис. 33. Схема рулевого устройства грузового судна.

1 — перо руля; 2 — рудерник; 3 — баллер; 4 — герметизирующая труба; 5 — нижний подшипник; 6 — рулевая машина; 7 — фундамент под рулевую машину; 8 — верхний подшипник; 9 — упорный подшипник.

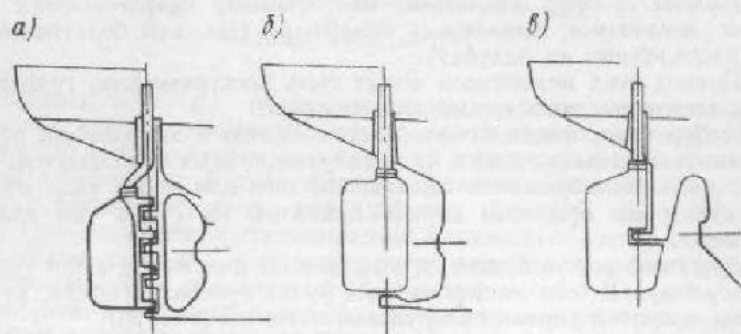


Рис. 34. Типы рулей: а — обыкновенный; б — балансирующий; в — полубалансирующий одновинтового судна.

корпусе судна и для поворота пера руля; для съема руля при ремонте баллер на болтах соединяется с осевой частью пера руля, именуемой *рудерником*.

В зависимости от расположения пера руля относительно оси вращения различают (рис. 34):

*обыкновенный руль* — у которого перо целиком расположено в корму от оси вращения;

*балансирующий руль* — у которого перо разделено осью вращения на две неравные части (большая — в корму от оси, меньшая — в нос);

*полуббалансирующий руль* — отличающийся от балансирующего тем, что балансирующая часть сделана не по всей высоте руля.

Для перекладки балансирующих и полуббалансирующих рулей требуется меньшее усилие, чем для обыкновенных, но подвеска их менее надежна.

Рулевую машину размещают обычно в специальном помещении, поблизости от руля. В настоящее время в качестве приводов для рулевых машин применяют электродвигатели, электрогидравлические машины, реже — паровые машины. На судах длиной менее 60 м вместо механического допускается ручной привод от штурвала. Мощность рулевой машины должна быть достаточной для перекладки руля на полном переднем ходу с  $35^\circ$  одного борта на  $35^\circ$  другого борта за 30 сек.

Рулевой привод — это механизм, предназначенный для передачи на руль усилий, развиваемых в рулевой машине. Передача осуществляется либо с помощью тросов, цепей или гидравлического привода, либо путем жесткой кинематической связи между рулевой машиной и рулем (зубчатые секторы, винты и т. д.). К первым относится так называемый *румпельный привод*, состоящий из одноплечего рычага — румпеля, жестко соединенного одним концом с верхним концом баллера, а другим — с тросом, цепью или гидросистемой, связанными с рулевой машиной; ко вторым — *винтовой привод*.

Привод управления рулевой машиной служит для передачи команд из рулевой рубки на рулевую машину, расположенную обычно на большом расстоянии от мостика.

Наибольшее распространение получил электрический привод; наряду с ним применяются также валиковый, тросовый и гидравлический приводы.

На современных судах все более широкое применение получает специальное авторулевое устройство, удерживающее судно на заданном курсе.

Для улучшения маневренности судна на малых ходах, когда обычное рулевое устройство недостаточно эффективно (особенно при швартовке судна и движении в узкостях), на судах устанавливают поворотные насадки, активные рули, подруливающие устройства, носовые рули.

**Якорное устройство** служит для обеспечения надежной стоянки судна в море, на рейде и других местах в удалении от берега путем крепления за грунт с помощью якоря и якорной цепи.

Размеры и количество якорей (рис. 35) выбирают в зависимости от размеров судна.

В состав якорного устройства входят: якоря, якорные цепи (канаты), якорные машины, якорные клюзы и стопоры (рис. 36).

Основными частями любого якоря являются веретено и рога (лапы). Различают якоря с неподвижными лапами — *адмиралтейский*

якорь и якоря с поворотными лапами — якорь Холла (наиболее широко распространенный на судах), якорь Матросова и др.

Якорные цепи служат для крепления якоря к корпусу судна (рис. 37). Якорная цепь состоит из звеньев, образующих смычки длиной около 25 м. Эти смычки соединяются между собой с помощью специальных разъемных звеньев, в результате чего получается якор-

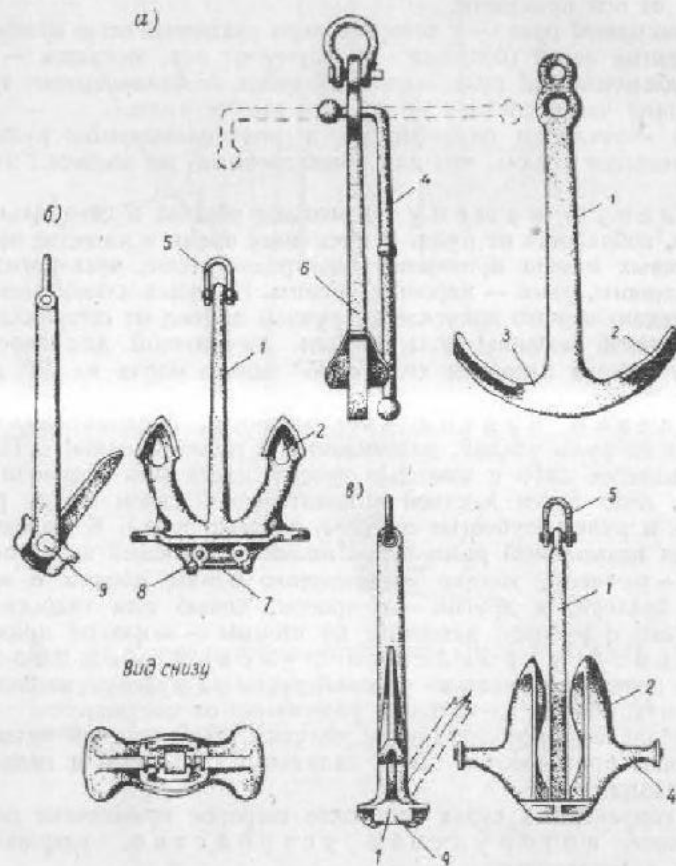


Рис. 35. Типы якорей: а — адмиралтейский якорь; б — якорь Холла; в — якорь Матросова.  
1 — веретено; 2 — лапа; 3 — рог; 4 — шток; 5 — якорная скоба; 6 — чека; 7 — голова; 8 — болты; 9 — штырь.

ная цепь, длиной от 50 до 300 м. Крепление якоря к якорной цепи осуществляется с помощью якорных скоб. Для предупреждения скручивания цепи в нее включаются поворотные звенья — вертлюги.

Крепление якорной цепи к корпусу судна осуществляется с помощью специального устройства — жвака-галса, снабженного откидным гдаволь-гаком, позволяющим легко освободить судно от вытравленной якорной цепи. В походном положении якорная цепь крепится в цепном ящике.

Для подъема якоря служат якорные машины — брашпили (лебедки с горизонтальной осью вращения барабана) или шпилы (с вертикальной осью вращения барабана).

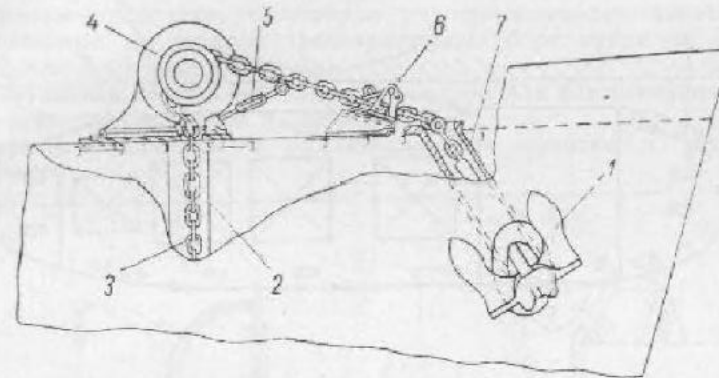


Рис. 36. Якорное устройство.

1 — якорь; 2 — цепная труба, ведущая в цепной ящик; 3 — якорная цепь; 4 — брашпиль; 5 — перекошенный стопор; 6 — стопор; 7 — якорный клюз.

Для направления якорной цепи и уборки якоря используют якорные клюзы — палубные и бортовые.

Надежное крепление якорных цепей во время якорной стоянки и удержание якоря в клюзе в походном положении осуществляется специальными стопорами.

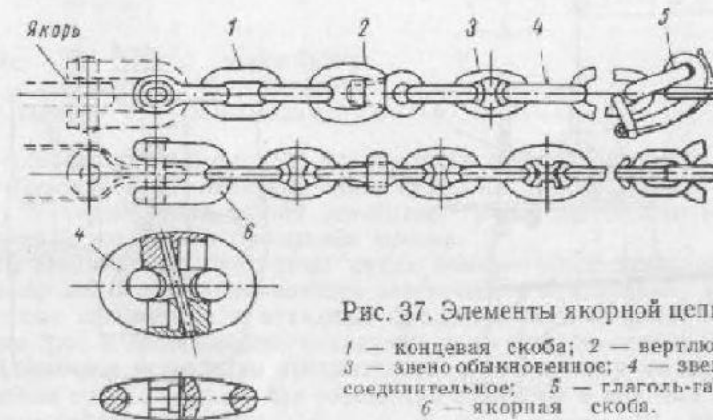


Рис. 37. Элементы якорной цепи.

1 — концевая скоба; 2 — вертлюг; 3 — звено обыкновенное; 4 — звено соединительное; 5 — глаголь-так; 6 — якорная скоба.

Швартовное устройство служит для обеспечения надежной стоянки судна у пирса или около другого судна (рис. 38). При этом крепление судна, обычно устанавливаемого бортом к стенке, осуществляется с помощью канатов (стальных или растительных), называемых швартовками.



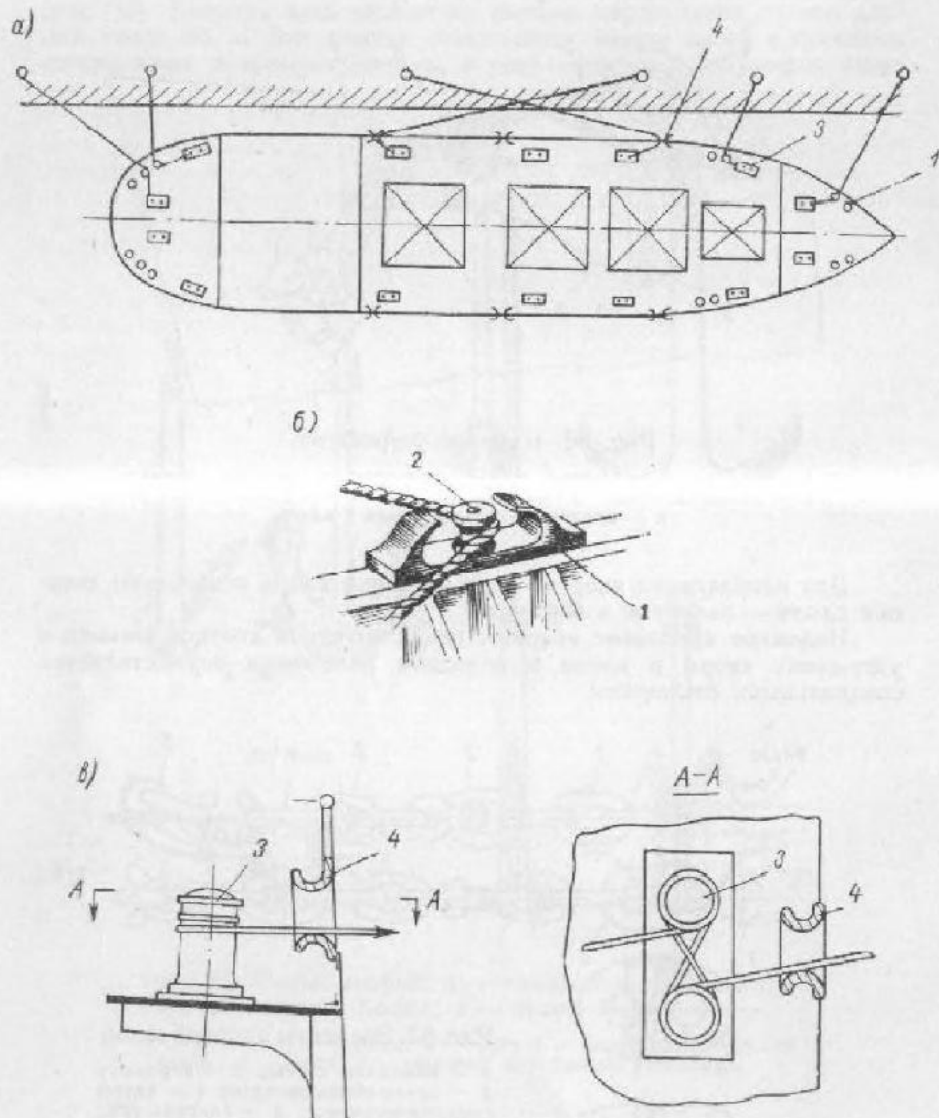


Рис. 38. Швартовное устройство; а — схема швартовки; б — киповая планка с роульсом; в — схема расположения кнехтов.  
1 — киповая планка; 2 — роульс; 3 — кнехт; 4 — клюз швартовый.

В состав швартовного устройства входят:  
*кнехты* — тумбы для крепления швартовов на судне;  
*швартовые клюзы* и *киповые планки* — приспособления для направления швартовов, предохраняющие их от перетиранья;  
*кранцы* — подушки, сплетенные из просмоленного каната или изготовленные из резины, предохраняющие борт судна от ударов о пирс или борт соседнего судна;  
*швартовые лебедки* или *шпиги*, служащие для подтягивания судна после закрепления тросов на берегу;  
*вьюшки* — барабаны с рукоятками для намотки и хранения швартовов.

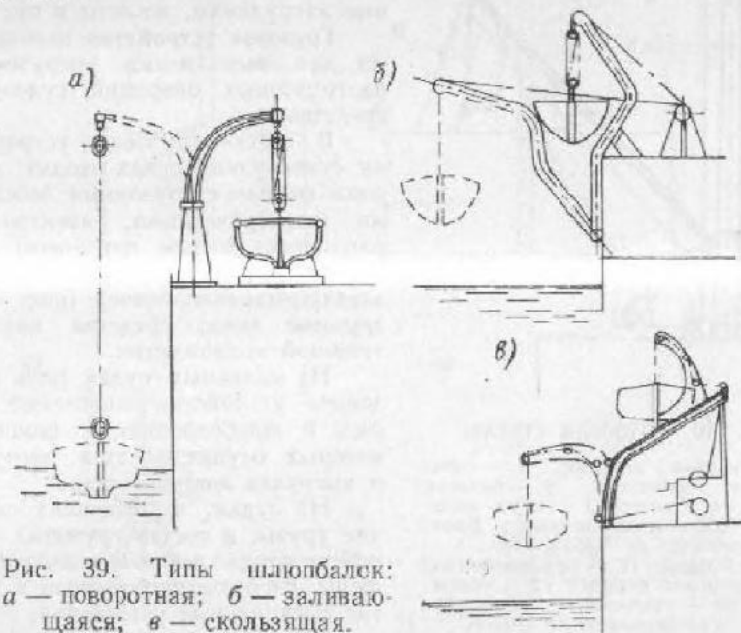


Рис. 39. Типы шлюпбалок: а — поворотная; б — заливающаяся; в — скользящая.

**Буксирное устройство** дает возможность использовать судно в качестве буксира или, наоборот, взять судно на буксир. С этой целью в носу и корме судна ставят усиленные *буксирные кнехты* и снабжают судно усиленным *буксирным тросом*.

На специальных буксирных судах помимо этого устанавливают *буксирные лебедки*, обеспечивающие эластичность буксировки, а также применяют поворотные и откидные *буксирные заки* и *арки*, направляющие трос и защищающие находящихся на палубе людей.

**Шлюпочное устройство** предназначено для спасения людей в случае гибели судна, а также для сообщения с берегом и другими судами во время рейдовой стоянки.

В состав шлюпочного устройства входят: *спасательные шлюпки*, число и вместимость которых определяется в зависимости от количества людей, размеров судна, характера и района плавания; *рабочие шлюпки* и *разъездные катера*; *шлюпбалки*, служащие для быстрого и безопасного спуска и подъема спасательных шлюпок (рис. 39); приспособления для хранения шлюпок и катеров по-походному (киль-блоки, найтовы, чехлы и т. д.).

Общее число мест в спасательных шлюпках, устанавливаемых на каждом борту, должно равняться: на пассажирских судах — половине общего количества находящихся на судне людей; на прочих морских судах дальнего плавания — общему количеству мест на судне. Правила допускают заменить часть шлюпок (на пассажирских судах — до 25% мест) надувными спасательными плотиками.

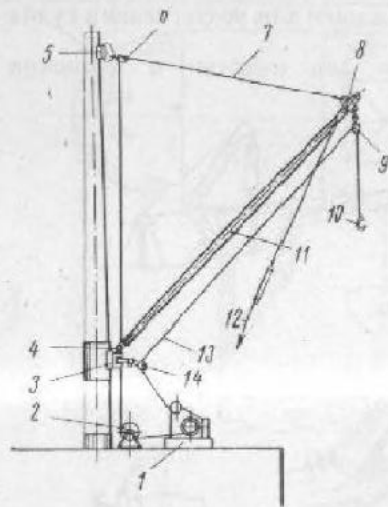


Рис. 40. Грузовая стрела.

1 — грузовая лебедка; 2 — топе-  
нантная вьюшка; 3 — башмак  
шпора; 4 — шпор; 5 — обух топе-  
нанта; 6 — топеантный блок;  
7 — топеант; 8 — обух нока; 9 —  
грузовой блок; 10 — грузовой так;  
11 — грузовая стрела; 12 — оттяж-  
ка; 13 — грузовой шкатель;  
14 — направляющий блок.

отнесены всевозможные лифты (для пассажиров, команды, багажа), а также устройства для погрузки на судно автомашин, багажа и провизии.

Грузовые стрелы бывают легкие, грузоподъемностью от 1 до 8 т, и тяжеловесные (от 10 до 120—180 т). Их устанавливают на мачтах или грузовых колоннах.

Леерное устройство предназначено для ограждения открытых палуб, не имеющих фальшборта.

В состав леерного устройства входят: леерные стойки высотой около 1,2 м, поручни и лееры — стальные прутки или тросы, пропущенные в 2—3 ряда через леерные стойки на расстоянии не более 230 мм друг от друга.

Там, где это необходимо, леерное устройство делается съемным или заваливающимся.

Мачтовое устройство или рангоут судна служит для несения средств сигнализации и связи, а на грузовых судах со стреловым грузозахватом — для поддержания грузовых стрел.

Кроме шлюпок и катеров на судах имеются спасательные плоты жесткой конструкции, спасательные скамейки, спасательные круги со светящимися буями, спасательные нагрудники, жилеты и пр.

Грузовое устройство необходимо для выполнения погрузочно-разгрузочных операций судовыми средствами.

В состав грузовых устройств на сухогрузных судах входят: грузовые стрелы с грузовыми лебедками (электрическими, электрогидравлическими или паровыми) или грузовые краны (электрические или электрогидравлические) (рис. 40); грузовые люки; средства внутри-трюмной механизации.

На наливных судах роль грузового устройства выполняют насосы и трубопроводы, с помощью которых осуществляется погрузка и выгрузка жидкого груза.

На судах, перевозящих сыпучие грузы, в состав грузовых устройств входят ленточные транспортеры, пневмопогрузчики и другие специальные устройства.

На пассажирских судах к числу грузовых устройств могут быть

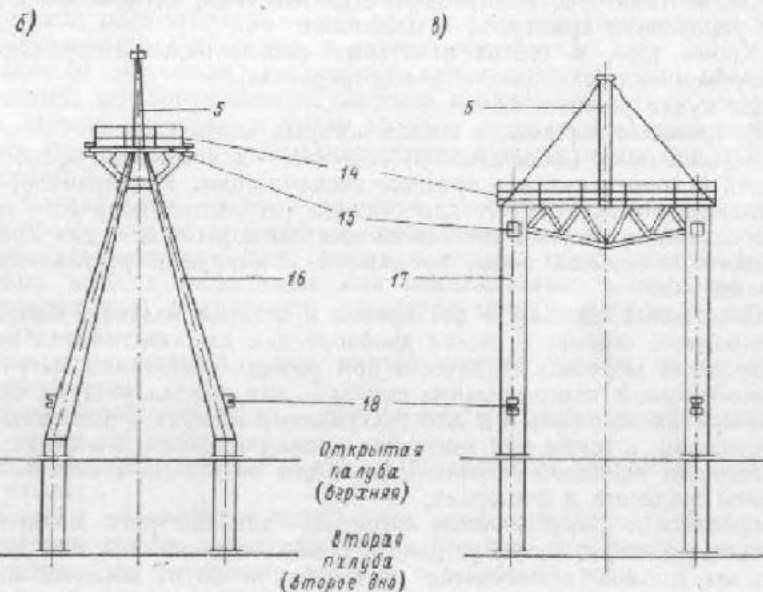
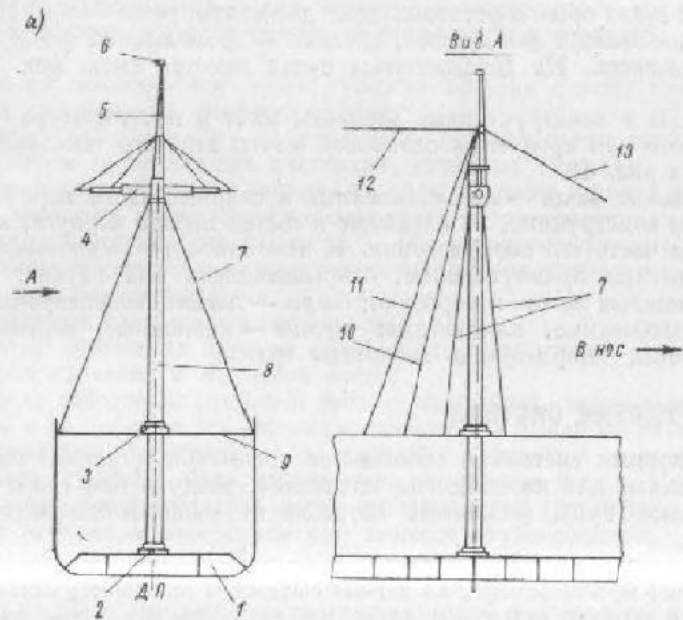


Рис. 41. Типы мачт: а — одиночная мачта; б — двуногая Л-образная грузовая мачта; в — П-образная грузовая мачта.

1 — второе дно; 2 — стелс; 3 — пярнерс; 4 — рей; 5 — стенга; 6 — клотик; 7 — ванты; 8 — мачта; 9 — верхняя палуба; 10 — фордуны; 11 — бакштаги; 12 — штагкорнак; 13 — форштаг; 14 — салинг; 15 — обух топеанта; 16 — укосина; 17 — полумачта; 18 — башмак шпора.



На судах обычно устанавливаются две мачты, реже — три. Передняя мачта называется *фок-мачтой*, средняя — *грот-мачтой* и кормовая — *бизань-мачтой*. На двухмачтовых судах имеется лишь фок- и грот-мачты.

Типы и конструктивные элементы мачт и номенклатура устанавливаемого для крепления одиночной мачты стоячего такелажа приведены на рис. 41.

Дельные вещи — литые, кованные и сварные части корпуса и отдельные конструкции, не входящие в состав набора корпуса, а составляющие часть его оборудования. К ним относятся: *аллюминаторы* — круглые или прямоугольные, открывающиеся или глухие; *крышки* всевозможных люков и горловин; *двери* — легкие, водонепроницаемые, противопожарные, клинкетные; *трапы* — наклонные, вертикальные, скоб-трапы, штурм-трапы, заборные трапы.

## § 11. СУДОВЫЕ СИСТЕМЫ

Судовыми системами называются специальные устройства, предназначенные для перемещения жидкостей, воздуха или газов для общесудовых нужд (исключая потребности машинно-котельной установки).

В составе каждой судовой системы имеются: *трубопроводы* — стальные, красномедные, из легких сплавов и пластмасс; *арматура* — клапаны, краны, задвижки, захлопки, патрубки и т. д.; *механизмы* — насосы, вентиляторы, компрессоры с двигателями; *аппаратура* и *приводы* управления арматурой и машинами.

Кроме того, в состав некоторых систем включают различные *теплообменники* (охладители и подогреватели).

На судах устанавливаются:

1. **Трюмные системы**, в состав которых входят:

*осушительная (водоотливная) система* — для откачки воды, проникшей в корпус судна в процессе эксплуатации. Как правило, осушительная система служит для откачки небольших количеств воды, а водоотливная, устанавливаемая на военных кораблях, — для откачки большого количества воды, проникшей в корпус в результате его повреждения;

*балластная система* — для приема и откачки водяного балласта, принимаемого обычно в отсеки двойного дна для обеспечения судна необходимых мореходных качеств при разных состояниях нагрузки;

*воздушные и измерительные трубы* — для выхода воздуха из цистерн при их заполнении и для поступления воздуха в цистерны при их осушении, а также для измерения уровня жидкости в отсеках;

*система трюмной сигнализации* — для постоянного контроля за уровнем жидкости в цистернах;

*креновал и дифференциальная система* — для быстрого заполнения отдельных цистерн, чтобы устранить нежелательный крен или дифферент; эта система применяется преимущественно на военных кораблях, а также на ледоколах, плавучих доках и т. п.;

*система замещения* — для заполнения заборной водой топливных цистерн по мере расходования топлива (периодически или непрерывно) для сохранения мореходных качеств судна. Эта система на гражданских судах, за исключением быстроходных пассажирских лайнеров, применяется редко.

2. **Противопожарные системы**, к которым относятся:

*система водотушения* — для тушения пожара водой; состоит из пожарных насосов, напорно-пожарной магистрали и отрошков с рожками;

*система пенотушения* — для тушения пожара пеной, приготовляемой в специальных пеногенераторах;

*система паротушения* — для тушения пожара путем вытеснения воздуха паром (в топливных цистернах, грузовых трюмах);

*система углекислотного тушения* — для тушения пожара в помещениях, имеющих легко повреждаемое водой оборудование или грузы;

*система пожарной сигнализации* — для своевременного предупреждения личного состава о недопустимом повышении температуры в помещении или появлении дыма.

3. **Бытовые системы**, включающие:

*систему снабжения пресной водой* — для обеспечения экипажа и пассажиров питьевой и мытьевой водой;

*систему заборной (соленой) воды* — для душей, ванн, гальюнов, бассейнов и др. (обычно эта система соединяется с пожарной системой);

*фаново-сточную систему* — для удаления нечистот и грязевых вод из санузлов, душевых, бань, прачечных, посудомоек и т. д. Удаление воды с палуб осуществляется через сточные сетки (шпигаты), соединяемые с заборным отверстием при помощи трубопроводов;

*систему вентиляции* (общесудовой и машинной);

*систему кондиционирования воздуха* — для поддержания в жилых, служебных и общественных помещениях заданной температуры и влажности воздуха (этой системой оборудуют все современные суда);

*систему рефрижерации* — для охлаждения рефрижераторных трюмов, провизионных кладовых и других помещений;

*систему отопления* (воздушного или парового) — для обогрева помещений, не оборудованных системой кондиционирования воздуха.

4. **Прочие системы**, к числу которых относятся система перегорных труб, система централизованного пылеудаления при уборке помещений и пр.

5. **Специальные системы танкеров**, связанные с особенностями перевозимого ими груза (нефти и нефтепродуктов):

*грузовая система* — для приема и выдачи груза, состоящая из грузовых насосов (поршневых или центробежных, с паровым или электроприводом) и грузового магистрального трубопровода диаметром 200—400 мм;

*зачистная система* — для полной очистки танков от остатков нефтепродуктов;

*система подогрева груза* — для уменьшения вязкости перевозимого груза путем его подогрева;

*система мойки танков* — для мойки грузовых танков по замкнутому циклу;

*система газоотводных труб* — для автоматического удаления паров нефтепродуктов, интенсивно образующихся при резких колебаниях температур наружного воздуха и заборной воды;

*система дистанционного замера уровней груза в танках.*

**§ 12. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КОРПУСНОЙ СТАЛИ. ПРОЧНОСТЬ. СОРТАМЕНТЫ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ**

Для постройки и оборудования современных судов используют самые различные материалы: черные и цветные металлы, дерево, пластические массы, краски и пр. Судовым сборщикам металлических судов приходится иметь дело преимущественно с черными и цветными металлами, причем цветные металлы — алюминий, магний, медь, цинк — применяются чаще в виде сплавов (алюминиево-магниевых, бронз, латуней и т. д.).

Основой черных металлов является железо (обозначаемое Fe), которое в сплавах с углеродом (С) и другими химическими элементами образует стали и чугуны различных марок.

*Чугуном* называют сплав железа с углеродом (углерод входит в количестве от 1,7 до 4,5—6%). Чугунные отливки, обрабатываемые иногда на станках, изготовляют из серого чугуна, относительно более мягкого, чем белый («передельный») чугун.

При изготовлении корпусных конструкций судов используют свариваемую углеродистую и низколегированную *сталь*: толстолистовую, тонколистовую и фасонную (продольную), в соответствии с ГОСТ 5521—67.

В настоящее время для судостроения выпускают сталь следующих марок: углеродистую — С, ВМ Ст.3сп (по ГОСТ 380—60); низколегированную — 09Г2, 09Г2С, 10Г2С1Д, 10ХСНД.

По химическому составу сталь должна соответствовать нормам, указанным в табл. 2.

Сталь, как и все металлы, характеризуется различными механическими свойствами, важнейшими из которых являются: *предел упругости (предел текучести); временное сопротивление разрыву (или предел прочности); относительное удлинение; ударная вязкость; способность выдерживать холодный загиб.*

Под действием различных нагрузок в металлах возникают напряженные состояния, или *напряжения*, которые по величине равны отношению величины действующей силы к площади поперечного сечения данной детали или конструкции (именуемой в общем случае «телом»).

Напряжение, при котором находящееся под действием различных нагрузок тело теряет упругость (появляются деформации, остающиеся после прекращения действия нагрузок) называют *пределом упругости* и обозначают  $\sigma_T$ .

Напряжение, при котором находящееся под действием различных нагрузок тело начинает разрушаться, называют *пределом прочности* и обозначают  $\sigma_H$  (или  $\sigma_B$ ).

Таблица 2

Химический состав корпусной стали

Марка стали	Углерод С	Кремний Si	Марганец Mn	Сера S		Фосфор P	Хром Cr	Никель Ni	Медь Cu
				не более	не более				
ВМ Ст. 3сп	0,14—0,22	0,12—0,30	0,40—0,65	0,050	0,045	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30
С	0,14—0,20	0,12—0,35	0,50—0,80	0,040	0,040	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30
09Г2	не более 0,12	0,17—0,37	1,40—1,80	0,035	0,035	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30
09Г2С	не более 0,12	0,50—0,80	1,30—1,70	0,035	0,035	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30	не более 0,30
10Г2С1Д	не более 0,12	0,80—1,10	1,30—1,65	0,035	0,035	не более 0,30	не более 0,30	0,15—0,30	0,40—0,65
10ХСНД	не более 0,12	0,80—1,10	0,50—0,80	0,035	0,036	0,60—0,90	0,50—0,80	0,40—0,65	0,40—0,65



**Некоторые формулы  
для проверки прочности конструкций**

Растяжение и сжатие (рис. 42).

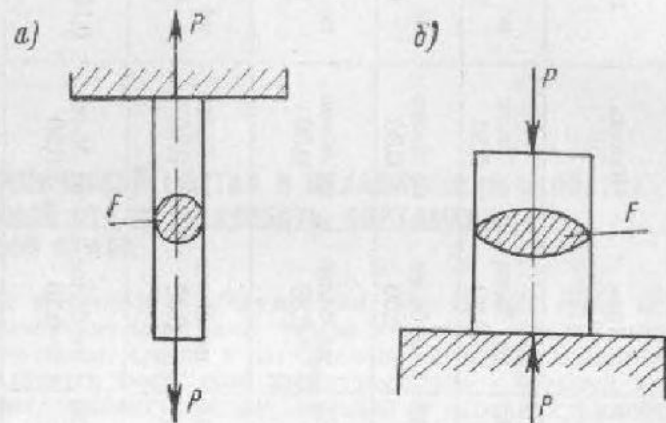


Рис. 42. Схема растяжения (а) и сжатия (б).

Напряжения от растяжения (сжатия)

$$\sigma = \frac{P}{F},$$

где  $\sigma$  — нормальное напряжение от растяжения (сжатия) стержня,  $\text{кг/см}^2$ ;

$P$  — действующая сила растяжения (сжатия),  $\text{кг}$ ;

$F$  — площадь поперечного сечения стержня,  $\text{см}^2$ .

Срез (рис. 43)

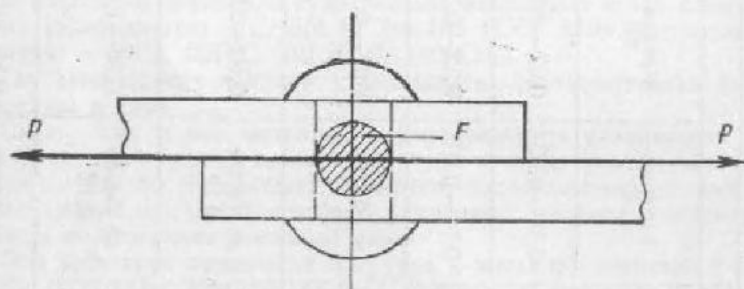


Рис. 43. Схема среза.

Напряжение от среза

$$\tau = \frac{P}{F},$$

где  $\tau$  — напряжение от среза,  $\text{кг/см}^2$ ;

$P$  — действующая срезающая сила,  $\text{кг}$ ;

$F$  — площадь среза,  $\text{см}^2$ .

На срез рассчитывают заклепочные соединения (по площади сечения заклепок) и сварные соединения (по площади наименьшего сечения сварного шва).

Изгиб (рис. 44)

Напряжение от изгиба

$$\sigma = \frac{M_{\text{изг}}}{W},$$

где  $\sigma$  — нормальное напряжение от изгиба,  $\text{кг/см}^2$ ;

$M_{\text{изг}}$  — действующий изгибающий момент,  $\text{кг}\cdot\text{м}$ ;

$W$  — момент сопротивления сечения,  $\text{м}\cdot\text{см}^2$ .

Изгибающий момент  $M_{\text{изг}}$  определяют в зависимости от величины действующей силы, точки ее приложения и характера закрепления балки (концы балки жестко заделаны или лежат свободно на опорах) (табл. 3).

Момент сопротивления сечения зависит от формы и площади поперечного сечения балки. Формулы для определения моментов сопротивления некоторых балок приведены в табл. 4.

При проверке прочности той или иной конструкции сравнивают действующие напряжения с напряжениями, допускаемыми для данной конструкции ( $\sigma_{\text{доп}}$ ). Величина допускаемых напряжений назначается в зависимости от степени ответственности конструкции и характера действующих на нее сил; обычно допускаемые напряжения составляют некоторую часть от предела прочности.

Что касается характера действующих на конструкцию сил, то эти силы могут быть: а) постоянными; б) случайными, в) переменными по величине и направлению действия. Если принять напряжения, допускаемые при постоянной нагрузке, за единицу, то для случайной нагрузки допускаемые напряжения принимают в 1,5 раза больше. Наоборот, при действии на конструкцию переменных нагрузок периодически изменяющихся от нуля до какой-то величины, допускаемые напряжения принимают меньшими на одну треть; при действии переменных нагрузок, изменяющихся и по величине, и по направлению действия, допускаемые напряжения принимают меньшими на две трети.

Для ориентировочной проверки прочности конструкций корпусной оснастки и приспособлений можно принимать следующие значения допускаемых напряжений ( $\text{кг/см}^2$ ):

Для стального проката из углеродистой стали

При растяжении (сжатии)	1200—1400
» изгибе	1200—1400
» срезе	600—700

Для стальных отливок

При растяжении	600—700
» сжатии	900—1000
» изгибе	750—900
» срезе	450—500

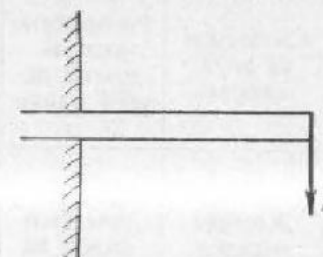


Рис. 44. Схема изгиба.

Таблица 3

Наибольшие изгибающие моменты для разных случаев нагрузки и закрепления балок

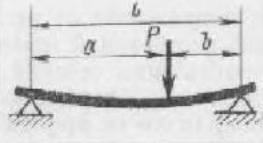
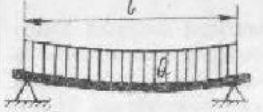
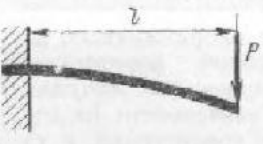



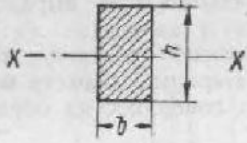


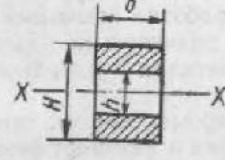
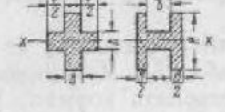
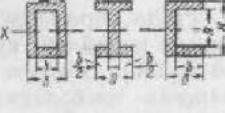
Закрепление балки	Загрузка балки	Эскиз	Наибольший изгибающий момент
Свободное на двух опорах	Сосредоточенной силой		$M_{\max} = P \frac{ab}{l}$ (в месте приложения силы)
Свободное на двух опорах	Равномерно распределена по всей длине		$M_{\max} = \frac{Ql}{8}$ (в середине пролета)
Жесткая заделка с консолью	Сосредоточенной силой на свободном конце		$M_{\max} = Pl$ (в закреплённом конце)
Жесткая заделка с консолью	Равномерно распределена по всей длине		$M_{\max} = \frac{Ql}{2}$ (в закреплённом конце)
Жесткая заделка двух концов	Сосредоточенной силой посередине пролета		При $a = b = \frac{l}{2}$ $M_{\max} = \frac{Pl}{8}$ Наибольший возможный изгибающий момент $M_{\min} = 0,148Pl$ (при $a = \frac{1}{3}l$ )
Жесткая заделка двух концов	Равномерно распределена по всей длине		$M_{\max} = \frac{Ql}{12}$ (в середине пролета)

Таблица 4

Моменты сопротивления поперечных сечений балок (относительно оси x-x)

Форма поперечного сечения	Формула для момента сопротивления
	$W = \frac{b \cdot h^2}{6}$ ; если $b = h$ , то $W = \frac{b^3}{6}$
	или $W = \frac{\pi d^3}{32}$ $W \approx 0,1d^3$
	или $W = \frac{\pi}{32} \frac{D^4 - d^4}{D}$ $W \approx 0,1 \frac{D^4 - d^4}{D}$
	$W = \frac{b(H^3 - h^3)}{6H}$
	$W = \frac{BH^3 + bh^3}{6H}$
	$W = \frac{BH^3 - bh^3}{6H}$



Относительным удлинением называют отношение величины удлинения образца при разрыве к его первоначальной длине. Относительное удлинение выражается в процентах и измеряется на образцах, имеющих длину, равную десяти диаметрам образца ( $\delta_{10}$ ) и длину, равную пяти диаметрам ( $\delta_5$ ).

Ударная вязкость определяется при испытаниях стандартных надрезанных образцов на изгиб при их ударе. Ударная вязкость измеряется работой, затрачиваемой на разрушение образца; отношение величины этой работы к площади сечения, которое подверглось разрушению, называют удельной ударной вязкостью и выражают в  $\text{кДж/м}^2$ .

Способность стали выдерживать холодный изгиб проверяют изгибанием образца под прессом вокруг круглого стержня, диаметр которого равен толщине образца; после изгиба на поверхностях образца и его кромках не должно быть трещин.

Важнейшим технологическим свойством стали является свариваемость; этим свойством определяется способность стальных деталей, узлов и конструкций к соединению между собой посредством сварки при обеспечении в местах соединений прочности, равной прочности основного металла. В настоящее время при создании определенных условий, можно сваривать сталь любых марок.

Основным фактором, определяющим механические, а также магнитные, антикоррозионные и другие свойства стали, является структура (картина строения) стали. Различают макроструктуру, видимую невооруженным глазом или с помощью лупы, и микроструктуру, наблюдаемую с помощью микроскопа.

Сталь имеет первичную и вторичную структуру. Первичная структура зависит от химического состава стали, степени ее раскисленности и скорости охлаждения при затвердевании слитка; вторичная структура — от условий охлаждения затвердевшего слитка и его последующей горячей обработки.

Так, при медленном охлаждении (отжиге) получают сталь с высокой твердостью, сравнительно легко поддающуюся обработке резанием. При быстром охлаждении (закалке) получают иные структуры, характеризующиеся повышенной твердостью и хрупкостью; такие стали малопластичны и не поддаются обработке обычными инструментами. Горячая механическая обработка значительно изменяет структуру стали вследствие деформации зерен металла и измельчения отдельных структур составляющих.

Добавление в сталь легирующих элементов (хрома, никеля, титана, марганца и пр.) также влияет на измельчение зерна и изменяет физико-механические свойства стали. Цель легирования — повышение прочности стали после ее термической обработки (отжига, отпуска, закалки и пр.).

Механические свойства толстолистовой стали и состояние ее поставки определяются также ГОСТ 5521—67 (табл. 5). Механические свойства тонколистовой стали должны соответствовать нормам, указанным в табл. 6. Механические свойства фасонной (профильной) стали приведены в табл. 7.

Длина, ширина и толщина толстолистовой стали, применяемой в судостроении для постройки и ремонта надводных кораблей, судов и плавсредств всех типов, классов и назначений должна соответствовать данным табл. 8, а длина, ширина и толщина тонколистовой стали — данным табл. 9.

Таблица 5

Механические свойства толстолистовой стали

Марки стали	Толщина, мм	Состояние поставки	Механические свойства при растяжении				Ударная вязкость, $\text{кДж/м}^2$	
			Предел текучести, $\text{кДж/м}^2$ (не менее)	Временное сопротивление разрыву, $\text{кДж/м}^2$	Относительное удлинение, %	Относительное сужение, % (на менее)		
						при $-20^\circ\text{C}$	при $-40^\circ\text{C}$	
С	4—14	Горячекатаная	24	41—50	20	24	—	3,0
	16—20	Горячекатаная или нормализованная	—	—	—	—	—	—
	22—30	Нормализованная или закалка + отпуск	—	—	—	—	—	—
ВМ Ст. 3сп	4—20	Горячекатаная	24	38—40	23	27	3,0	—
	22—40		23	41—43	22	26	—	—
	45—50		22	44—47	21	25	—	—
09Г2	4—20	Горячекатаная	30	не менее 45	18	21	45	3,0
	22—30							не менее 45

Марки стали	Толщина, мм	Состояние поставки	Предел текучести, $кг/мм^2$ (не менее)		Временное сопротивление, $кг/мм^2$	Относительное удлинение, %		Относительное сужение, % (не менее)	Ударная вязкость, $кг\cdot м/см^2$	
			не менее	не менее		при $-20^\circ C$	при $-40^\circ C$			
09Г2С	32—56	Закалка + отпуск	30	не менее 45	18	21	50	—	5,0	
										40
10Г2С1Д-40	4—9	Горячекатаная	40	54—75	16	19	—	—	—	
										40
10ХСНД	4—14	Горячекатаная	40	54—70	16	19	—	—	4,0	
										40
10ХСНД	16—32	Закалка + отпуск	40	54—66	16	19	50	—	5,0	
										40

Примечания. 1. Нормы механических свойств для стали марки С толщиной 22—30 мм устанавливаются со-  
гласно нормам заготовки и поставки. 2. Ударная вязкость определяется на образцах, вырезанных из листов стали толщиной 10 мм и более.

Таблица 6

Механические свойства тонколистовой стали

Марки стали	Временное сопротивление, $кг/мм^2$	Предел текучести, $кг/мм^2$ (не менее)	Относительное удлинение $\delta_{10}$ , % (не менее)			Испытание на загиб на $180^\circ$ в холодном состоянии ( $d$ —диаметр, $a$ —толщина образца)
			При толщине листа, мм			
			от 2 до 3	от 3 до 3,5	свыше 3,5	
ВМ Ст. 3	38—47	24	16	17	18	$d = 0,5 a$
10ХСН	54—75	40	16	16	—	$d = 2 a$

Таблица 7

Механические свойства профильной стали

Марки стали	Механические свойства при растяжении				Ударная вязкость при $40^\circ C$ , $кг/см^2$
	Предел текучести, $кг/мм^2$ (не менее)	Временное сопротивление, $кг/мм^2$	Относительное удлинение, %		
			$\delta_{10}$	$\delta_5$	
ВМ Ст. 3	24	41—50	20	24	—
09Г	30	не менее 45	18	21	3
10Г2С1Д	35	не менее 50	18	21	4
10ХСНД	40	не менее 54	18	21	4

Поставляемые листы должны быть обрезаны и выправлены; допускается пологая волнистость со стрелкой погиби не более 5 мм на 1 м длины. Местные выпучины на листах, коробление и скрученность листов не допускаются.

Листы должны иметь ровную, чистую поверхность, не иметь пузырей, плен, раковин, вкатанной окалины, трещин. Они должны быть очищены от грубой окалины любым способом, не снижающим качество металла. На поверхности листов допускается тонкий слой окалины, не препятствующий выявлению поверхностных дефектов.

При наличии на листе дефектов (раковин, плен и других, кроме трещин), глубина которых не превышает 25% номинальной толщины



Таблица 8

## Толстолистовая сталь

Толщина, мм	Ширина, мм									
	1400		1600		1800		2000			
	Длина, мм									
	6000	6000	7000	8000	6000	7000	8000	6000	7000	8000
4	+	+								
5	+	+								
6	+	+	+	+	+	+	+			
7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14		+	+	+	+	+	+	+	+	+
16		+	+	+	+	+	+	+	+	+
18		+	+	+	+	+	+	+	+	+
20		+	+	+	+	+	+	+	+	+
22		+	+	+	+	+	+	+	+	+
24		+	+	+	+	+	+	+	+	+
26		+	+	+	+	+	+	+	+	+
28		+			+	+	+	+	+	+
30		+			+	+	+	+	+	+
32		+			+	+	+	+	+	+
36		+								
40		+								
45		+								
50		+								

Таблица 9

## Тонколистовая сталь

Толщина, мм	Ширина, мм					
	1000	1250	1400		1600	
	Длина, мм					
	2000	2500	3000	3500	3500	4500
0,8	+					
1,0	+	+				
1,6	+	+				
2,0	+	+				
2,5	+	+				
3,0	+	+	+	+	+	+

листа, допускается их вырубка или зачистка наждачным кругом с последующей заваркой. Эта работа проводится заводом-поставщиком по специальной технологической инструкции, согласованной с судостроительным заводом.

Расслои в листах не допускаются. Допускаются волосовины на срезах листов, если они расположены разбросанно и протяженность каждой из них не превышает 25 мм, а глубина при пробе напильником 2 мм.

### § 13. СОРТАМЕНТЫ ПРОФИЛЬНОЙ СТАЛИ, КРУГЛОЙ СТАЛИ И ТРУБ

Для постройки и ремонта палубных судов и плавсредств всех классов, типов и назначений применяют профильный прокат в виде несимметричного полосульба, равнобокого и неравнобокого угольника, швеллера, двутавровых балок из углеродистой и низколегированной стали. Приведенный ниже сортамент включает типоразмеры всех видов профилей, используемых для корпуса, оборудования и изделий судов.

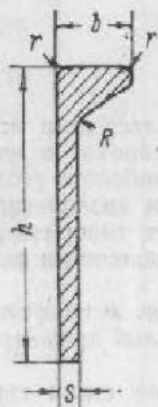
В таблицах 10—15 приводятся размеры и вес 1 пог. м профилей, применяемых в судостроении. Симметричный полосульб применяют пока сравнительно редко.

В таблицах 16 и 17 приведены основные данные по стали горячекатаной круглой и трубам стальным, идущим на судовые конструкции.

Таблица 10

Сталь полосульбовая (по ГОСТ 5353 — 52)

№ профиля	Размеры, мм				Вес 1 пог. м. кг
	<i>h</i>	<i>b</i>	<i>s</i>	<i>r</i>	
5	50	16	4	2,5	2,25
6	60	19	5	3,5	3,35
7	70	21	5	3,5	3,97
8	80	22	5	4	4,58
9	90	24	5,5	4	5,52
10	100	26	6	5	6,76
12	120	30	6,5	5	8,75
14а	140	33	7	6	11,05
14б	140	35	9	6	13,25
16а	160	36	8	7	14,10
16б	160	33	10	7	16,60
18а	180	40	9	7	17,40
18б	180	42	11	7	20,20
20а	200	44	10	8	21,45
20б	200	46	12	8	24,60
22а	220	48	11	8,5	25,80
22б	220	50	13	8,5	29,20
24а	240	52	12	9	30,40
24б	240	54	14	9	34,20

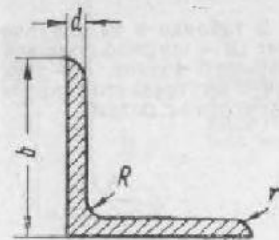


Примечание. В таблице и на рисунке приняты обозначения *h* — высота профиля; *b* — ширина утолщенной части профиля; *s* — толщина стенки; *R* и *r* — радиусы закруглений.

Таблица 11

Сталь угловая равнобокая (по ГОСТ 8509 — 57)

№ профиля	Размеры				Вес 1 пог. м. кг
	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	
2	20	3	3,5	1,2	0,89
2,5	25	3	3,5	1,2	1,12
3,2	32	4	4,5	1,5	1,91
3,6	36	4	4,5	1,5	2,16
4	40	4	5	1,7	2,42
4,5	45	4	5	1,7	2,73
5	50	5	5,5	1,8	3,77
6,3	63	6	7	2,3	5,72
7,5	75	7	9	3	6,87
7,5	75	8	9	3	9,02
9	90	9	10	3,3	12,2
10	100	10	12	4	15,1
12,5	125	12	14	4,6	22,7
16	160	14	16	5,3	34,0
16	160	18	16	5,3	43,0
20	200	20	18	6	60,1

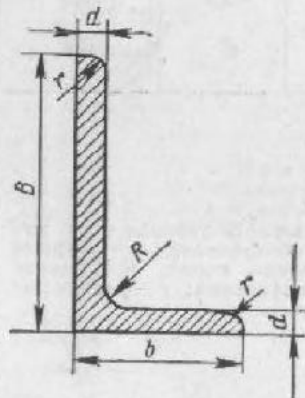


Примечание. В таблице и на рисунке приняты обозначения: *b* — ширина полки; *d* — толщина полки; *R* — радиус внутреннего закругления; *r* — радиус закругления полки.



Таблица 12  
Сталь угловая неравнобокая (по ГОСТ 8510 — 57)

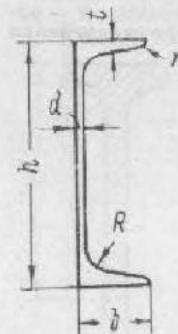
№ профиля	Размеры, мм					Вес 1 пог. м, кг
	<i>B</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>r</i>	
3,2/2	32	20	3	3,5	1,2	1,17
4,5/2,8	45	28	4	5	1,7	2,20
5,6/3,6	56	36	4	6,0	2,0	2,81
6,3/4,0	63	40	5	7,0	2,3	3,91
7,5/5	75	50	6	8	2,7	5,69
9/5,6	90	56	8	9	3	8,77
10/6,3	100	63	8	10	3,3	9,87
12,5/8	125	80	10	11	3,7	15,5
16/10	160	100	12	13	4,3	23,6
20/12,5	200	125	14	14	4,7	34,4



Примечание. В таблице и на рисунке приняты обозначения: *B* — ширина большой полки; *b* — ширина меньшей полки; *d* — толщина полки; *R* — радиус внутреннего закругления; *r* — радиус закругления полки.

Таблица 13  
Сталь прокатная — швеллеры (по ГОСТ 8240 — 56)

№ профиля	Вес 1 пог. м, кг	Размеры, мм					
		<i>h</i>	<i>b</i>	<i>d</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>r</i>
5	4,84	50	32	4,4	7,0	6	2,5
6,5	5,90	65	36	4,4	7,2	6	2,5
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	2,5
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	3
12	10,1	120	52	4,8	7,8	7,5	3
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	3
16	14,2	160	64	5,0	8,4	8,5	3,5
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9	3,5
20	18,4	200	76	5,2	9,0	9,5	4
22	21	220	82	5,4	9,5	10	4
24	24,0	240	90	5,6	10,0	10,5	4
27	27,7	270	95	6,0	10,5	11	4,5
30	31,8	300	100	6,5	11,0	12	5



Примечание. В таблице и на рисунке приняты обозначения: *h* — высота швеллера; *b* — ширина полки; *d* — толщина стенки; *t* — средняя толщина полки; *R* — радиус внутреннего закругления; *r* — радиус закругления полки.

## Балки двутавровые

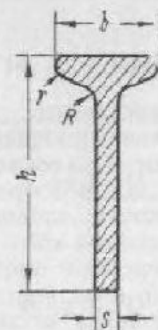
№ профиля	Размеры, мм						Вес 1 пог. м, кг
	$h$	$b$	$d$	$t$	$R$	$r$	
10	100	55	4,5	7,2	7	2,5	9,46
12	120	64	4,8	7,3	7,5	3	11,5
16	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	15,9
20	200	100	5,2	8,4	9,5	4	21,0
24	240	115	5,6	9,5	10,5	4	27,3
30	300	135	6,5	10,2	12	5	36,5



Примечание. В таблице и на рисунке приняты обозначения:  $h$  — высота балки;  $b$  — ширина полки;  $d$  — толщина стенки;  $t$  — средняя толщина полки;  $R$  — радиус внутреннего закругления;  $r$  — радиус закругления полки.

Полособульб симметричный (по ГОСТ 9235—59)  
Сортамент А — нормальные полособульбы

№ профиля	Размеры, мм				Вес 1 пог. м, кг
	$h$	$b$	$s$	$r$	
525	50	21	5	3	2,76
624	60	23	4	3	2,87
625	60	24	5	3	3,34
626	60	25	6	3	3,82
726	70	26,5	6,5	3,5	4,75
827	80	29	7	4	5,86
1035	100	35,5	5,5	4,5	6,70
1235	120	37,5	5,5	5	7,97
1446	140	42	6	6	10,3
1646	160	48,5	6,5	6,5	12,9
1857	180	55	7	7	15,9
2057	200	59,5	7,5	8	19,0
2268	220	66	8	8,5	22,6
2478	240	73,5	8,5	9	26,6
2779	270	79	9	10	31,6
30810	300	86	10	11	38,4



Примечание. В таблице и на рисунке приняты обозначения:  $h$  — высота профиля;  $b$  — ширина утолщенной части (полки);  $s$  — толщина стенки;  $R$  и  $r$  — радиусы закругления бульба.



Таблица 16

Сталь горячекатаная круглая (по ГОСТ 2590—57)

Диаметр, мм	Допускаемые отклонения по диаметру при обычной точности прокатки, мм	Длина прутков, мм
5 5,6 6 6,3 6,5	+0,3 -0,5	От 5 до 10
От 7 до 25 включительно с интервалом через 1 мм	+ (0,3 ÷ 0,4) -0,5	От 5 до 10
От 26 до 42 включительно с интервалом через 2 мм	+0,4 -0,7	От 4 до 9
45 48 50 53 56 60 63	+ (0,4 ÷ 0,5) - (1,0 ÷ 1,1)	От 4 до (9 ÷ 7)
От 65 до 110 включительно с интервалом через 5 мм	+ (0,5 ÷ 0,6) - (1,3 ÷ 1,7)	От 4 до 7
От 120 до 250 включительно с интервалом через 10 мм	+ (0,8 ÷ 1,2) - (2,0 ÷ 3,0)	От 3 до 6

Таблица 17

Трубы стальные (по ГОСТ 3262—55)

Условный проход		Наружный диаметр, мм	Обыкновенные трубы		Усиленные трубы	
миллиметры	дюймы		Толщина стенки, мм	Вес 1 м, кг	Толщина стенки, мм	Вес 1 м, кг
8	$\frac{1}{4}$	13,5	2,25	0,62	2,75	0,73
10	$\frac{3}{8}$	17	2,25	0,82	2,75	0,97
15	$\frac{1}{2}$	21,25	2,75	1,25	3,25	1,44
20	$\frac{3}{4}$	26,75	2,75	1,63	3,5	2,01
25	1	33,5	3,25	2,42	4	2,91
32	$1\frac{1}{4}$	42,25	3,25	3,13	4	3,77
40	$1\frac{1}{2}$	48	3,5	3,64	4,25	4,58
50	2	60	3,5	4,88	4,5	6,16
70	$2\frac{1}{2}$	75,5	3,75	6,64	4,5	7,88
80	3	88,5	4	8,34	4,75	9,81
100	4	114	4	10,85	5	13,44
125	5	140	4,5	15,04	5,5	18,24
150	6	165	4,5	17,81	5,5	21,63

## § 14. АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ В СУДОСТРОЕНИИ

Алюминиевые сплавы в судостроении получают все более широкое распространение. Если прежде в клепаных судовых конструкциях применялся только дюралюминий, то теперь с каждым годом создаются новые, более совершенные и экономически выгодные марки сплавов, хорошо свариваемые и устойчивые против коррозии.

Из алюминиевых сплавов изготовляют судовые надстройки, переборки и выгородки, катера и шлюпки, детали оборудования, судовых устройств и дельных вещей. Особенно следует подчеркнуть преимущества алюминиевых сплавов в связи с их сравнительно небольшим удельным весом при относительно высокой прочности. Это позволяет

уменьшать вес корпусов судов (и соответственно, повышать их грузоподъемность), а также улучшать остойчивость за счет повышения пентра тяжести судна, несущего легкие надстройки и рубки из алюминиевых сплавов.

Металлургическая промышленность освоила и поставляет прессованные, катаные и тянутые полуфабрикаты из алюминиевых сплавов самых различных марок (табл. 18).

Таблица 18

Алюминиевые сплавы, используемые в судостроении

Вид полуфабриката	Марки сплавов								
	АД1	Д16	АМц	АМГ	АМГ	АМГ	АМГ	В43-4	К48-1 К48-2
Листы и плиты	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Профили и полосы		+		+	+	+	+	+	+
Панели						+	+		
Трубы	+	+		+	+	+	+		
Прутки		+		+	+	+	+	+	
Проволока для заклепок					В65	АМГ-5п		В48-П	

Из приведенных в табл. 18 сплавов почти все (кроме марок К48-2 и Д16) — сваривающиеся и почти все (кроме марок Д16 и В65) — устойчивы против коррозии.

Для корпусных конструкций (палуб, обшивки, переборок, платформ, судовых надстроек) рекомендуется применять размеры листов и плит, указанные в табл. 19.

Механические свойства листов и плит из алюминиевых сплавов, приведенные в табл. 20.

Что касается профилей из алюминиевых сплавов, то в судостроении применяют:

- полособульбы симметричные, № 4—20;
- полособульбы несимметричные, № 4—16;
- углобульбы с круглой головкой, № 1, 3—10;
- тавровые балки, № 5—33;
- двутавровые балки, № 3, 8—20;
- угольники равнобокие, № 1, 2—14;

- угольники неравнобокие, № от 1,6/1,3 до 20/12;
- зетовый профиль, № 2—10;
- швеллеры, № 2—25;
- полосы, от 10×1,5 до 250×20 мм.

В отличие от стали алюминиевые сплавы применяют также в виде панелей — листов шириной 1600 мм с профилями различной конфигурации.

Таблица 19

Сортамент листов и плит из алюминиевых сплавов для корпусных конструкций (при длине 6000 мм)

Наименование	Толщина, мм	Ширина, мм	
		1500	2000
Листы	2	+	—
	2,5	+	—
	3	+	+
	4	+	+
	5	+	+
	6	+	+
	7	+	+
	8	+	+
	9	+	+
	10	+	+
Плиты	11	+	+
	12	+	+
	14	+	+
	16	+	+
	18	+	+
	20	+	+



Механические свойства листов и плит из алюминиевых сплавов

Марка сплава	Толщина листов, мм	Состояние поставки							
		Отожженные		Полунагартованные		Нагартованные		Горячекатаные	
		$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %	$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %	$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %	$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %
АД1	0,5—4	11	25	—	—	15	4	—	—
	4—10	11	28	—	—	13	4	7	15
	11—25	—	—	—	—	—	—	8	18
	26—80	—	—	—	—	—	—	6,5	15
АМц	0,3—6	10—15	22—20	15—22	6	19	1—4	—	—
	6—10	10—15	20	—	—	—	—	—	—
	11—25	—	—	—	—	—	—	12	15
	26—80	—	—	—	—	—	—	11	12
АМг-2	0,3—10	17—23	16—18	—	—	—	—	—	—
	11—25	—	—	—	—	—	—	18	7
	26—80	—	—	—	—	—	—	16	6

Продолжение табл. 20

Марка сплава	Толщина листов, мм	Состояние поставки							
		Отожженные		Полунагартованные		Нагартованные		Горячекатаные	
		$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %	$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %	$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %	$\sigma_{в'}$ кг/мм <sup>2</sup>	$\delta_{10}$ , %
АМг-3	0,5—4,5	20	15	24	7	—	—	—	—
	5—10	—	—	—	—	—	—	19	15
	11—50	—	—	—	—	—	—	18—17	12—11
АМг-5	0,5—4,5	28	15	—	—	—	—	—	—
	5—10	—	—	—	—	—	—	28	15
	11—25	—	—	—	—	—	—	27	13
	26—50	—	—	—	—	—	—	26	12
АМг-61	2—3,5	32	12	—	—	—	—	—	—
	4—4,5	34	15	—	—	—	—	—	—
	5—10	—	—	—	—	—	—	34	12
	11—25	—	—	—	—	—	—	34	12
	26—50	—	—	—	—	—	—	34	10

**§ 15. ПЛАСТМАССЫ. ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.  
КРАСКИ. ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ. КЛЕН**

В последнее время *пластические массы* стали широко использовать для постройки корпусов малых и средних судов, а также для изготовления многих изделий судового оборудования, отделки помещений, в качестве изоляционных материалов и зашивок изоляции.

Корпуса судов, надстройки, переборки и выгородки, детали зашивки изоляции изготавливают непосредственно на судостроительных предприятиях из синтетических смол холодного отверждения и стеклянного волокна — в виде ровницы, матов и ткани. Пластмассы, идущие на изготовление других изделий, поступают к судостроителям в виде листов, плит, досок и рулонов. В табл. 21 приведены некоторые характеристики, а также область применения пластических масс при постройке корпусов судов. Многие другие виды пластмасс применяются для изготовления деталей судового оборудования, дельных вещей, судовых устройств и т. д.

Таблица 21

**Пластмассы, применяемые в судовом корпусостроении**

Наименование пластмассы	Область применения	Размеры плит и листов, мм	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>
Стеклопластики холодного отверждения	Корпуса малых судов	—	1,5—1,7
Листовой стеклопластик ФСМ-1 (гласрезит)	Межкаютные переборки и выгородки, надстройки	2500×1400× ×4÷10	1,0—1,2
Древесно-стружечные плиты	Переборки, судовая мебель	8000×1800× ×5÷50	0,45—0,47
Древесно-волоконистые плиты	Панели, щитовые двери, мебель	1800×1500× ×4÷8	0,7—1,0
Слоистый пластик	Облицовка стен и подволоков жилых и парадных помещений	2000×1000× ×2÷10	—

*Древесные материалы* применяют для постройки корпусов небольших судов — спортивных, промысловых, специальных, а также для деревянных настилов палуб и трюмов, отделки трюмов сухогрузных судов, изготовления судовой мебели и деталей отделки помещений, изделий оборудования и снабжения.

В табл. 22 приводятся основные размеры древесных материалов из хвойных и твердых лиственных пород, применяемых в судостроении.

Таблица 22

**Основные размеры древесных пиломатериалов из хвойных пород (сосны, ели, пихты, лиственницы, кедра)**

Наименование пиломатериалов	Толщина, мм	Ширина, мм														
		80	90	100	110	120	130	140	150	180	200	220	250			
Доски	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Бруски	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Брусья	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	180	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	200	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	220	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
250	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Примечание. Длина пиломатериалов от 1 до 6,5 м изменяется через каждые 0,25 м; пиломатериалы длиной свыше 6,5 м выполняются по специальному заказу.

Древесные материалы до их установки на судно проходят сушку — естественную или в сушильных камерах.

Кроме того, и древесные материалы и полуфабрикаты из них подлежат обработке специальными химикатами — антисептиками и антипиренами, предохраняющими деревянные изделия от воспламенения, гниения и жучков-древоточцев.



Таблица 23

## Материалы для тепловой изоляции корпуса

Материал	Вес, м <sup>2</sup> /кг	Коэффициент теплопроводности, ккал/м·час·град
Асбодревесные плиты	210—240	0,055
Вата минеральная	100, 150, 200, 300	0,05—0,055
Войлок из минеральной ваты на битумной связке	100, 150, $\frac{200}{300}$ *	0,055
Маты из стеклянного волокна	$\frac{100}{140}$ *	0,040
Минеральная пробка	300—400	0,06—0,77
Минеральная вата	75, 100, 125, 150, 200	0,050
Пористый пластик ФС-7	100	0,050
Пористый пенопласт ФФ	150—180	0,050
Пеностекло для судостроения	180—200	0,060
Плиты из штапельного стекловолокна	50—70	0,045
Пробка в плитах	260	0,050
Экспанзит	180	0,050
Пористый пластик ПВХ-1	70—130	0,050
Фольга алюминиевая	6—9 (в изоляции)	0,050
Теплоизоляционный материал ВТ-4	50—60	0,040—0,045
Теплоизоляционный материал АТИМС	75—85	0,045

\* В числителе — вес материала, в знаменателе — вес изоляции.

Примерная производственная влажность судостроительной древесины, %:

для обшивки:

корпуса . . . . .	18—20
киля и штевей . . . . .	22—24
настила палубы . . . . .	12—14
деревянных изделий внутри корпуса . . . . .	8—12
склеиваемых деталей . . . . .	до 16
прочих элементов судна . . . . .	16—18

Краски и грунты применяют как защитные средства для предохранения металлических поверхностей от коррозии; часто судовые детали и изделия подвергают предварительно металлопокрытиям, а уже затем — окраске. Поверхности, подлежащие окраске, очищают от окислы, ржавчины и других загрязнений и после этого покрывают слоем защитного грунта.

Таблица 24

## Клеи для теплоизоляционных материалов

Наименование или марка клея	Склеиваемые материалы	Расход клея, кг/м <sup>2</sup>	Температура при эксплуатации, °С
К-153	Сталь, алюминиевые сплавы, пластмассы, дерево	0,6—0,8	От —40 до +80
Клеи на основе эпоксидных смол ЭД-5 и ЭД-6	Металлы, дерево, пластмассы, керамические изделия	0,6—0,8	От —40 до +80
БФ-2, БФ-4	Металлы, пластмассы, кожа, текстолит, керамика	0,4—0,6	От —60 до +60
Карбинольный клей	Металлы, пластмассы, стекло	0,2—0,4	До +60
КС-60)	Сталь, алюминиевые сплавы	1,0	От —25 до +80

Весьма эффективны грунты, в состав которых входят: пленкообразующая основа; пигменты, содержащие хром; фосфорная кислота; растворитель. Эти грунты (ВЛ-02, ВЛ-08 и др.) обладают весьма хорошей адгезией (прилипанием) к металлу. Обычно для стальных, алюминиевых и деревянных поверхностей применяется грунт ВЛ-02, а для стальных оцинкованных, алюминиевых, медных и деревянных поверхностей — грунт ВЛ-08. Материалы, применяемые для тепловой изоляции корпуса, приведены в табл. 23.

Наконец, судовому сборщику нужно иметь представление о клеях. Клеи, используемые в судостроении, в зависимости от их назначения разделяют на четыре группы:

а) конструкционные, т. е. соединяющие конструкционные материалы (сталь, алюминиевые сплавы, пластмассы, дерево) и несущие внешнюю нагрузку;

б) для отделочных материалов и резины;

в) для приклеивания изоляционных материалов;

г) специальные, например для клеевых соединений.

В табл. 24 приведены основные характеристики различных марок клеев для соединения конструкционных материалов. Клеи поставляют или в готовом виде или отдельными компонентами, из которых его готовят непосредственно перед применением. Склеиваемые поверхности должны быть ровными и очищенными от ржавчины и грязи.

## РАЗДЕЛ ТРЕТИЙ. СУДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ЧЕРТЕЖИ

### § 16. КЛАССИФИКАЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЧЕРТЕЖЕЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

По назначению все судостроительные чертежи и техническую документацию можно разделить на три основные группы:

проектные материалы;

рабочие чертежи и техническую документацию;

эксплуатационные и ремонтные чертежи.

*Проектные материалы* в зависимости от стадии проектирования разделяют на:

технические документы *предварительной* проектной проработки (или эскизного проекта), которые дают общее представление о проектируемом судне и служат основой для разработки технического проекта;

чертежи, расчеты, ведомости и текстовый материал *технического проекта*, которые являются основными документами для разработки рабочих чертежей.

*Рабочие чертежи* и другие технические документы *исполнительного проекта* содержат графические изображения и текстовые указания, необходимые для изготовления деталей, сборки узлов, монтажа оборудования, испытания и сдачи—приемки отдельных конструкций и судна в целом.

К *эксплуатационным и ремонтным чертежам* относятся:

*отчетные чертежи* и другие технические документы, разработанные на основе рабочих чертежей и опыта постройки головного судна; эти чертежи служат для справок и руководства в период эксплуатации судов;

*ремонтные чертежи*; содержат данные для всех видов ремонта судов и судового оборудования;

*демонтажные чертежи* и схемы; содержат необходимые данные для выполнения демонтажных работ при ремонте или модернизации судна.

В документацию на постройку судна входят чертежи и собственно техническая документация.

1. *Чертежи* — могут быть подразделены на:

*теоретические* — чертежи обводов корпуса, двигателей (гребных винтов), рулей и других частей корпуса, имеющих сложные обводы;

*общего расположения по судну* — проектные чертежи, дающие общее представление о внешнем виде судна, расположении судовых помещений, механизмов и устройств;

*конструктивные* — проектные чертежи отдельных частей корпуса (мидель-шпангоута, схемы набора, подкреплений и настила палуб,



растяжки наружной обшивки), выполненные с указанием марок, профилей и основных размеров материала; по ним выполняют рабочие чертежи;

*технологические* — схемы разбивки корпуса на секции, схемы сборки, сварки, установки корпуса на сталеде, схемы испытаний непроницаемых отсеков и т. д., дающие представление о процессе постройки судна;

*детальные, сборочно-детальные и узловые* — рабочие чертежи корпусных конструкций, по которым осуществляют изготовление, сборку и сдачу — приемку корпусных конструкций и корпуса в целом;

различные *монтажные схемы* (систем, трубопроводов и т. п.), дающие представление о расположении, принципе действия и связи между отдельными элементами систем и содержащие все необходимые данные для их монтажа (включая монтажные детали и материалы);

*монтажные и установочные* — рабочие чертежи, изображающие контуры устанавливаемого механизма или оборудования; содержат все необходимые данные о его расположении, установочных и присоединительных размерах, деталях и материалах, необходимых для монтажа.

## 2. Техническая документация включает:

*пояснительную записку* по техническому проекту, в которой приводится обоснование основных технических решений, принятых в проекте;

*спецификацию судна* — согласованный с заказчиком документ, устанавливающий основные технические данные и характеристики судна и являющийся основным в период разработки рабочих чертежей и постройки судна; исправленная по данным рабочих чертежей и результатам постройки и сдачи судна отчетная спецификация служит руководством при эксплуатации судов;

*ведомости норм расхода материалов*, ведомости заказа оборудования и прочую документацию, связанную с материально-техническим обеспечением постройки судна;

*технические расчеты по судну* (расчеты весовой нагрузки, плавучести, остойчивости, непотопляемости, расчеты по механической части, системам, устройствам, электрочасти и пр.);

*технологические процессы, технологические карты* и т. п. материалы, определяющие порядок и условия изготовления деталей, узлов, конструкций и монтажа судна;

*программу испытаний.*

## § 17. ОФОРМЛЕНИЕ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОЧИХ ЧЕРТЕЖЕЙ

Все рабочие чертежи должны содержать необходимые данные для изготовления, контроля и приемки деталей, узлов, изделий или конструкций. Рабочие чертежи, как и прочая техническая документация, вычерчиваются на прямоугольных листах определенного формата.

Форматы стандартных листов бумаги по ГОСТ 3450—60

Обозначение	11	12	22	24	44
Формат после обрезки, мм	297×210	297×420	594×420	594×841	1189×841

Для изображения предметов удлиненной формы разрешается применять форматы с увеличением длинной или короткой стороны в 1,5; 2; 2,5; 3 и т. д. раза.

Стандартизация форматов чертежей облегчает хранение чертежей в архивах и улучшает использование чертежей и светописной бумаги. При складывании светоконий чертежей основным форматом является формат 11.

При невозможности уместить чертеж в необходимом масштабе на одном листе, его располагают на двух или более листах. При этом все листы имеют один номер с дополнительной отметкой на каждом листе порядкового номера и общего количества листов.

*Масштаб чертежа* выбирается с таким расчетом, чтобы чертеж можно было легко прочесть при условии, что площадь его будет возможно меньшей. В судостроительных чертежах применяют главным образом масштабы уменьшения. Наиболее употребительные из них

1 : 2;	1 : 20;	1 : 200;
1 : 2,5;	1 : 25;	1 : 250;
1 : 5;	1 : 50;	1 : 500;
1 : 10;	1 : 100;	1 : 1000;

*Шагты, спецификации, надписи.* На всех судостроительных чертежах и технических документах в нижнем правом углу ставят *угловой штамп*, в котором проставляют номер чертежа, его наименование, масштаб, вес, наименование проектной организации, выпустившей чертеж и данные исполнителей, а также сведения об изменениях в чертеже (рис. 45).

При выпуске чертежей, применение которых ограничивается определенными условиями, вблизи углового штампа ставят соответствующий ограничительный штамп: «Годеи для проекта № . . . .», «Годеи с судна № . . . .», «Годеи до судна № . . . .», «Годеи с 196 . . . . г.»

Сборочные чертежи снабжаются *экспликацией* или *спецификацией*, т. е. перечнем всех деталей и изделий, изображенных на данном чертеже. Обычно экспликацию или спецификацию помещают над угловым штампом на первом из листов, входящих в состав данного чертежа (рис. 46), или выполняют отдельно (рис. 47).

Спецификация является ответственной частью чертежа, так как по ней заказывают материал и комплектуют детали для сборки.

Спецификацию на сборочном чертеже располагают над угловым штампом справа внизу и заполняют *снизу вверх*. Спецификацию, выпускаемую отдельно от сборочного чертежа, заполняют *сверху вниз*.

Детали и узлы вносят в спецификацию в определенной последовательности: 1) основные детали чертежа; 2) второстепенные и более мелкие детали чертежа; 3) основные и наиболее важные детали, изготавливаемые по стандартным чертежам; 4) второстепенные детали, изготавливаемые по стандартным или обозначенным чертежам; 5) крепеж; 6) прокладки, набивки и пр.; 7) покупные изделия.

В спецификацию чертежа вносят только те детали, из которых по данному чертежу собирается изделие или конструкция. Электроды, окрасочные материалы и т. п. в спецификацию не вносят, а потребность в этих материалах на все судно учитывают в ведомостях норм расхода материалов.

На чертежах помимо перечисленных выше надписей помещают примечания с указанием технических требований и особых условий,

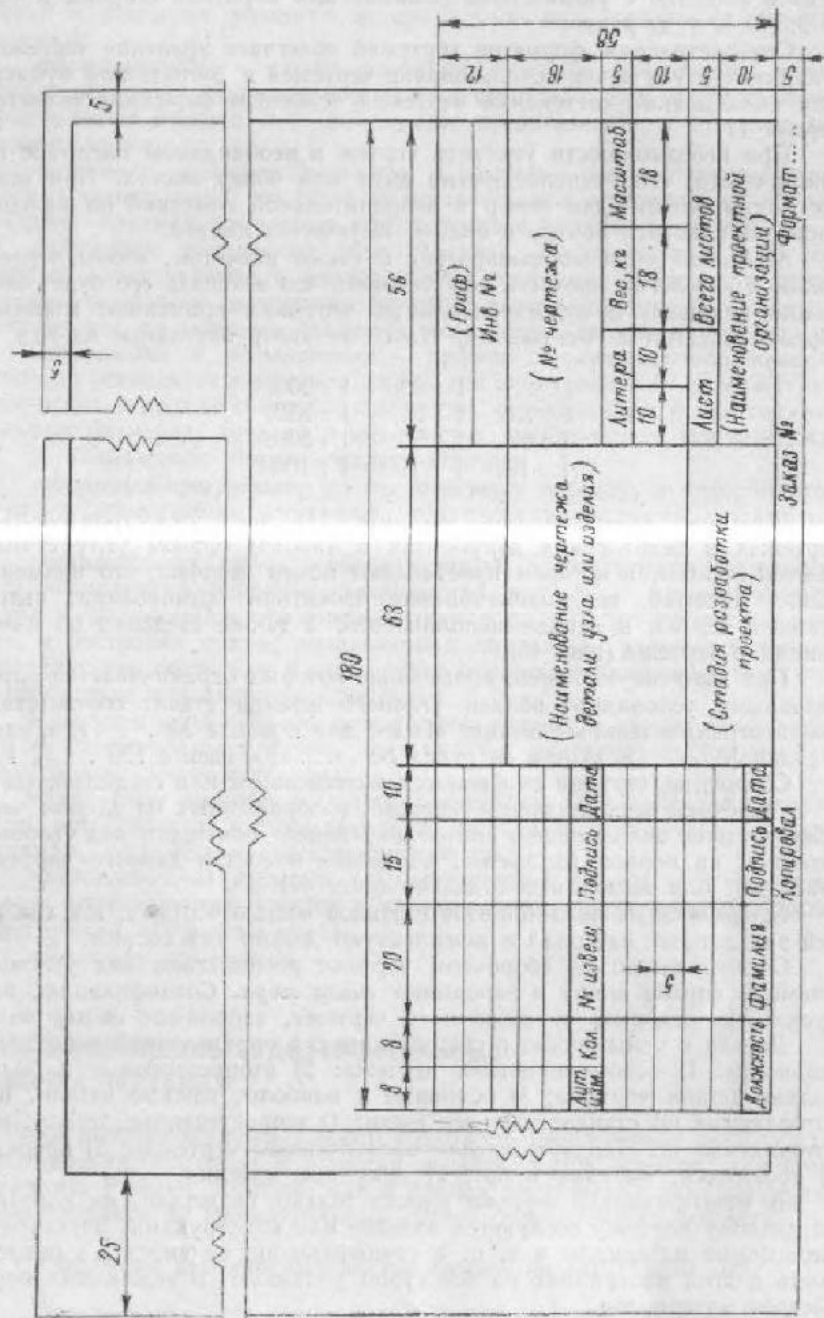


Рис. 45. Угловой штамп для чертежей всех видов.

которые должны учитываться при изготовлении или испытании деталей узлов и конструкций, а также перечень вспомогательных чертежей.

**Нумерация чертежей.** Допустим, что номер рабочего чертежа изображен так:

1552-111-1-005.

где 1552 — номер проекта;  
 111 — номер конструктивной группы;  
 1 — номер строительного района;  
 006 — порядковый номер чертежа в данной конструктивной группе.

Все судостроительные чертежи делятся на *группы* — в зависимости от того, какие конструктивные элементы судна они изображают.

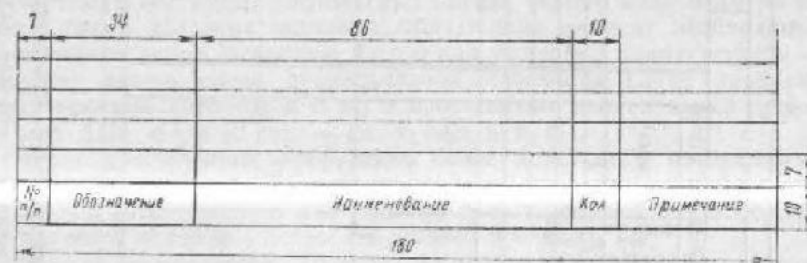


Рис. 46. Экспликация.

Каждой конструктивной группе присвоен трехзначный номер, который позволяет легче ориентироваться в характере чертежа по его номеру.

Принята следующая нумерация основных групп (первая цифра трехзначного номера конструктивной группы):

- Корпус . . . . . 1
- Судовые устройства и дельные вещи . . . . . 2
- Оборудование помещений и палуб . . . . . 3
- Механизмы и трубопроводы . . . . . 4
- Судовые системы . . . . . 5
- Электрооборудование и связь . . . . . 6

Номенклатура конструктивных групп по разделу «Корпус»

- 100 — сводные списки документов, общие схемы, альбомы
- 101 — расчеты
- 103 — совмещенные чертежи корпусных конструкций
- 108 — ведомости заказа поковок и отливок
- 111 — наружная обшивка, бортовой набор
- 112 — днищевой набор, настил второго дна
- 117 — штевни, кронштейны, мостики
- 121 — переборки главные поперечные
- 122 — переборки главные продольные
- 123 — переборки второстепенные, выгородки, шахты



Наименование		Техническое описание				Стр.	
№ п/п	Обозначение	Материал	Размеры		Примечание	Стр.	
			Общая	Материал			
1	7	10	5	5	11		
2	2	20	4	4			
3	3	65	8	8			
4	4	8	14	14			
5	5	14	14	14			
6	6	14	28	28			
7	7	8	8	8			
8	8	60	5	5			
		210					

Рис. 47. Спецификация для корпусных чертежей, выпускаемая отдельно от сборочного чертежа.

Графы 5 и 8 по согласованию с заводом-строителем можно не заполнять; графа 10 — для технологических указаний, представляемых в световых технологиях заводом-строителем (количество и наименование граф устанавливаются по согласованию с заводом-строителем).

- 131 — палуба верхняя
- 132 — палуба средняя
- 133 — палуба нижняя
- 134 — платформы
- 135 — палуба бака, юта и пр.
- 136 — настилы металлические
- 141 — надстройки, рубки, котельные кожухи
- 142 — выносные мостики
- 143 — мосты и грузовые колонны
- 144 — кожухи у дымовых труб
- 151 — фундаменты под главные котлы
- 152 — фундаменты под вспомогательные котлы и валопроводы
- 161 — цистерны

**Расположение проекций.** На корпусных или связанных с корпусом чертежах нос судна располагают вправо (кроме вида изнутри на правый борт). На этих чертежах обязательно наносят необходимые теоретические линии (основную линию или условную линию отсчета — «базовую»; линию следа диаметральной плоскости (ДП); разбивку практических шпангоутов и т. п.) и проставляют наименования проекции («по ДП», «При 62 шп. — см. в нос» и т. п.).

Части конструкций, требующие более детального изображения в увеличенном масштабе, обводят на основной проекции тонкой сплошной линией (окружностью или овалом) и вычерчивают на свободном поле чертежа, возможно ближе к основной проекции.

**Размеры на чертежах.** Размеры на корпусных чертежах проставляют только в тех случаях, если они точно могут быть определены до разбивки корпуса на плазе. В противном случае размер или не проставляют, или указывают, что данный размер уточняется по плазу. На корпусных или связанных с корпусом чертежах размеры задаются от теоретических линий (ДП, ОЛ, шп), от контрольных и базовых линий или от конструктивных элементов корпуса. Все размеры задаются в миллиметрах. Если какой-либо размер на чертеже изменяется, его зачеркивают, сверху надписывают новый и делают на поле чертежа пометку об изменении. Изменение размеров и других элементов чертежа может делать только проектная организация, выпустившая данный чертеж.

## § 18. ЛИНИИ НА ЧЕРТЕЖЕ

При выполнении судостроительных чертежей приняты определенные типы линий, указанные на рис. 48.

Толщины всех линий принимают в зависимости от толщины сплошных линий видимого контура; эта толщина обычно равна 0,4—1,2 мм и одинакова в пределах одного чертежа для всех видов и разрезов, вычерчиваемых в одном масштабе.

Примерное соотношение толщины линий на чертежах, выполняемых в одном или в разных масштабах, приведено в табл. 25 и 26.



Рис. 48. Типы линий на судостроительных чертежах.



Типы линий обводки и их применение на судостроительных чертежах  
(*b* — толщины сплошных линий обводки видимого контура конструкций, мм)

Применение линий	Тип линий	Толщина линий, мм
<i>Теоретические чертежи</i>		
Линии сетки	Сплошная	~0,1
обводов	То же	0,1—0,2
габаритных обводов	» »	0,2—0,3
<i>Чертежи и схемы</i> (в масштабе 1:20 и меньше)		
Основной набор (шпангоуты, бимсы, стойки, ребра жесткости):		
с видимой стороны	Штрих-пунктирная	$\frac{b}{2} - \frac{b}{3}$
с невидимой стороны	Штриховая	$\frac{b}{2} - \frac{b}{3}$
Поддерживающие связи (карлингсы, рамные бимсы, шельфы, рамные шпангоуты, бортовые стрингеры и т. д.):		
с видимой стороны	Штрих-пунктирная	<i>b</i>
с невидимой стороны	Пункт-штриховая	<i>b</i>
Прочные переборки, палубы, платформы, днищевые стрингеры, флоры и т. п.:		
с видимой стороны	Сплошная	
с невидимой стороны	Штриховая	$\frac{b}{2} - \frac{b}{3}$
Разрезы и сечения металлического набора и обшивки:		
с видимой стороны	Сплошная	1,5 <i>b</i> —2 <i>b</i>
с невидимой стороны	Штриховая	1,5 <i>b</i> —2 <i>b</i>

Применение линий	Тип линий	Толщина линий, мм
<i>Чертежи растяжки наружной обшивки</i>		
Обыкновенные шпангоуты	Штриховая	$\frac{b}{2} - \frac{b}{3}$
Рамные шпангоуты	Две штриховые	$\frac{b}{2} - \frac{b}{3}$
Грузовая или конструктивная ва-терлиния	Штрих-пунктирная	1,5 <i>b</i> —2 <i>b</i>
<i>Прочие линии</i>		
Основная линия	Сплошная	0,1—0,2
Вспомогательные линии (размерные выносные и т. п.)	»	0,1—0,2
След диаметральной плоскости и контрольная линия	Штрих-пунктирная	0,1—0,2
Контурные изоляции	Сплошная	0,1—0,2
Сечения деревянного настила, обшивки и деревянных частей в составе металлического корпуса	Две сплошные	$\frac{b}{2}$

Таблица 26

Толщины линий обводки, мм

Наименование изображения	Масштаб				
	1:10	1:25	1:50	1:100	1:200
Сечения и обрывы профилей	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2
Контурные линии	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1
Вспомогательные линии	0,2	0,1	0,1	меньше 0,1	меньше 0
Надписи — размер шрифта для строчных букв	3,5	3,5	2,5	2,5	2,5

## § 19. ПОЛОЖЕНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ЛИНИЙ НА ЧЕРТЕЖАХ СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

К теоретическим линиям относятся: основная линия (ОЛ); след диаметральной плоскости (ДП); теоретические линии шпангоутов, палуб, переборок, набора и т. п. Для указания положения любой конструкции на судне размеры задают от теоретических линий судна до теоретических линий этой конструкции.

Теоретические линии согласно ГОСТ 2146—57 проходят (рис. 49 и 50):

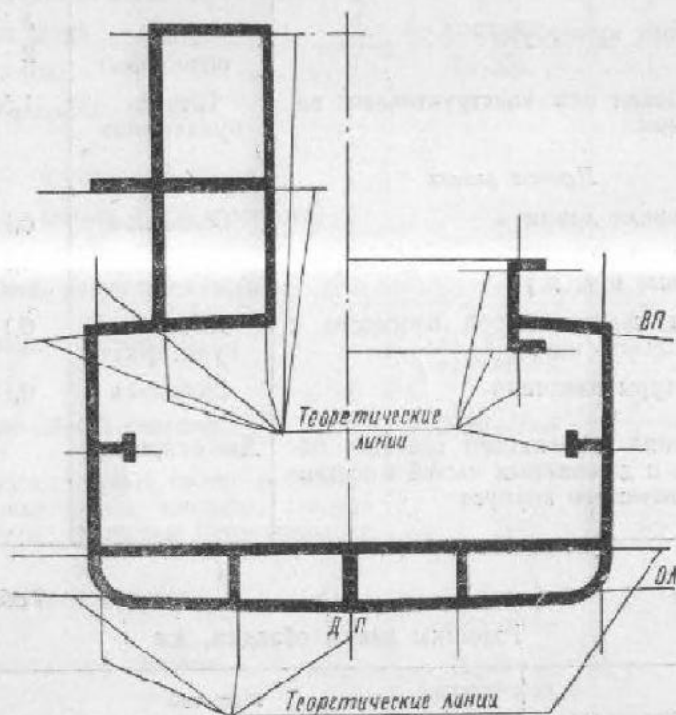


Рис. 49. Теоретические линии продольных связей корпуса.

у наружной обшивки — по внутренней ее стороне, т. е. по наружной кромке шпангоута;

у связей, состоящих только из простых катаных профилей:

а) полос, тавров и двутавров — по стороне стенки, ближайшей к диаметральной плоскости, мидель-шпангоуту или основной линии;

б) закрытых профилей — по осевой линии профиля;

в) прочих профилей — по спинке профиля;

у составных конструкций:

а) продольных связей, расположенных вертикально и находящихся в диаметральной плоскости, — посередине вертикального листа;

б) прочих продольных связей, расположенных вертикально, — по ближайшей к диаметральной плоскости стороне вертикального листа;

в) поперечных связей, расположенных вертикально, — по ближайшей к конструктивному мидель-шпангоуту стороне вертикального листа; если конструктивный мидель-шпангоут совпадает с листом, то считают, что теоретическая линия проходит с кормовой стороны вертикального листа;

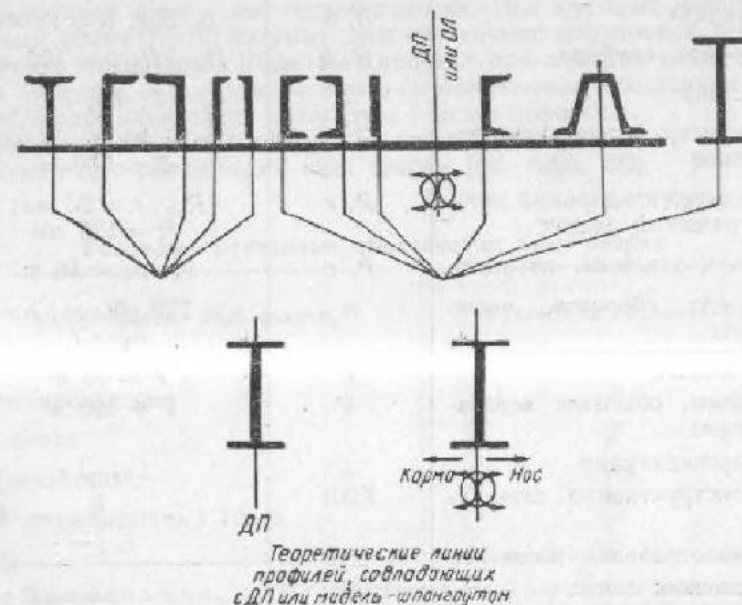


Рис. 50. Положение теоретических линий профильного набора.

г) горизонтальных связей, за исключением наружной обшивки, — по нижней ближайшей к основной линии стороне листа;

д) комингсов, люков и шахт — по наружной стороне листа комингса, независимо от его расположения по отношению к мидель-шпангоуту и диаметральной плоскости судна.

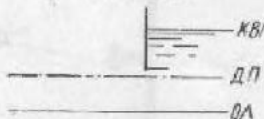
## § 20. УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ

В связи с тем, что на корпусных чертежах изображаются, как правило, крупногабаритные конструкции в относительно мелком масштабе, корпусные чертежи содержат большое количество условных обозначений, сокращений названий, особых указаний по подготовке кромок деталей под сварку, выполнению сварных швов и т. д. Особенно много условных обозначений применяется на чертежах общего расположения, а также схемах, где не требуется точного изображения изделий.

Наиболее часто встречающиеся условные обозначения на корпусных чертежах приведены в табл. 27 и в Приложении III и IV.

Условные обозначения на чертежах

Таблица 27

Наименование и термины	Обозначения	Примеры обозначения
Длина	$L, l$	$L, L_{\text{конт}}; l = 160 \text{ мм}$
Ширина	$B, b$	$B, B_{\text{нб}}; b = 15 \text{ мм}$
Высота, глубина	$H, h$	$H_{\text{вл}}, H_1; h = 100 \text{ мм}$
Осадка	$T$	$T; T_{\text{н}}; T_{\text{к}}$
Диаметр, весовое водоизмещение	$D, d$	$D_y = 20; d = 3 \text{ мм}$ $D = 500 \text{ т}$
Радиус, продольный метacentрический радиус	$R, r$	$R_{30}; r = 20 \text{ мм};$ $R = 120 \text{ мм}$
Сила, давление, периметр	$P, p$	$P_1; p_y = 16 \text{ т}$
Число оборотов, число витков	$n$	$n = 250 \text{ об/мин}; n = 5$ $n_1 = 7$
Площадь	$F$	$F = 60 \text{ м}^2$
Объем, объемное водоизмещение	$V$	$V = 500 \text{ м}^3$
Перпендикуляр	$\perp$	$\perp_{\text{н}}; \perp_{\text{к}}$
Конструктивная ватерлиния	КВЛ	
Диаметральная плоскость	ДП	
Основная линия	ОЛ	
Шпангоут	шп.	Переборка 23 шп. Стойки 21 и 23 шп.
Палуба	П	ВП — верхняя палуба СП — средняя » НП — нижняя »
Мидель-шпангоут	ж	
Центр величины	ЦВ	
Центр тяжести	ЦТ	
Метacentр	МЦ	
Отстояние ЦТ от ЦВ	$a$	
Поперечный метacentрический радиус	$\rho$	
Толщина листа	$\delta$	$\delta = 8$
Шаг заклепок, гужонов, пружин, зубчатых зацеплений и т. д.	$t$	$t = 7d; t = 4 \text{ мм}$
Рифленый лист	Риф.	Риф. $\delta = 5$
Фланец	Фл.	Фл. 60

Условные обозначения сварных швов (по ГОСТ 5263—58) наносятся на чертежах независимо от масштаба изображения.

Условное обозначение сварного шва проставляется над (или под) полкой выноски, наклонный участок которой заканчивается односторонней стрелкой, указывающей место расположения шва (допускается излом наклонного участка выноски, а также сведение нескольких наклонных участков к общей горизонтальной полке).

Условные знаки и размеры *видимых швов* проставляются *над* полкой, *невидимых швов* — *под* полкой выноски. При крупных масштабах чертежей (более 1 : 10) сварные швы обозначают штриховкой перпендикулярно линии шва. Швы, выполняемые при монтаже секций или узлов на судне, — *монтажные швы* — дополнительно обозначают буквой М, проставляемой на наклонном участке выноски.

Условное обозначение сварного шва состоит из: буквенного обозначения вида сварки (см. табл. 28);

Таблица 28

Условные буквенные обозначения вида сварки

Наименование вида сварки	Буквенные обозначения
Электродуговая	Э
Газовая	Г
Контактная	Кт
В среде защитных газов	З

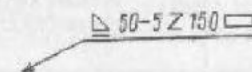
Примечания. 1. При выполнении швов электродуговой сваркой буквенное обозначение вида сварки — Э — на выноске можно не проставлять.

2. В необходимых случаях на выноске перед буквенным обозначением вида сварки проставляют буквенное обозначение способа выполнения сварки: ручной — Р; полуавтоматической — П и автоматической — А.

3. При выполнении всех швов, указанных на чертеже одним и тем же видом сварки, буквенное обозначение вида сварки в обозначении каждого шва не проставляется, а вид сварки оговаривается в технических требованиях на чертеже или в технических условиях.

условного графического знака тила шва (см. Приложение II); размера шва в сечении (см. табл. 29); длины участка шва (см. табл. 29); шага участка (см. табл. 29); вспомогательных знаков, характеризующих расположение шва (см. табл. 30).

В соответствии с условными обозначениями угловой шов без скоса кромок с катетом 5 мм при длине провариваемого участка 50 мм и шаге 150 мм, с шахматным расположением участков, выполненный по периметру электродуговой сваркой, будет иметь вид





Размер швов в сечении, шаг и длина участка сварных швов

Типы швов	Эскизы конструктивных элементов швов	Наименование конструктивных элементов швов	Обозначения
Швы угловых, тавровых соединений внахлестку		Катеты швов	$K$ $K_1$
Швы тавровых соединений и соединений внахлестку		Длина провариваемого участка прерывистого шва Шаг прерывистого шва Длина непрерывного участка шва	$l$ $t$ $L$

Продолжение табл. 29

Типы швов	Эскизы конструктивных элементов швов	Наименование конструктивных элементов швов	Обозначения
Швы тавровых соединений внахлестку		Диаметр точки Шаг точечного шва	$d$ $t$
Швы контактной сварки		Количество рядов точек Диаметр точки Шаг точечного шва Расстояние осей точек от кромок листа Расстояние между осями рядов точек	$n$ $d$ $t$ $u$ $c$
Швы контактной сварки		Ширина шва Расстояние оси шва от кромок листа	$b$ $a$

Примечания. 1. Приведенные буквенные обозначения конструктивных элементов швов, как правило, на чертежах в условных обозначениях не проставляются; вместо них указываются числовые значения в мм.  
2. Протяженность швов, выполненных дуговой, точечной и контактной сваркой, определяется указанием на чертежах координат начальной и последней точек.

Условные знаки расположения шва в соединении

Знаки	Размеры знака, мм	Назначение
Знаки, характеризующие расположение участков швов	/	Длина 6—9 мм Угол наклона к полке 60° Обозначение прерывистого шва при цепном расположении многорядных и двусторонних швов
	Z	Высота 6—9 мм Ширина 4—6 мм Обозначение прерывистого и точечного шва при шахматном расположении швов
Знаки, характеризующие расположение шва	□	Обозначение расположения швов по периметру Высота 4—7 мм Длина 6—10 мм
	┌	Обозначение расположения швов по незамкнутому контуру

*Чтение рабочих чертежей.* Ознакомление с полученным рабочим чертежом следует производить в такой последовательности:

1. Проверить по номеру чертежа соответствие его проекту, по которому должна выполняться работа.
2. Определить беглым осмотром, какая конструкция на нем изображена, в каком районе судна она расположена.
3. Внимательно прочесть все примечания, технические требования, штампы ограничения годности и другие надписи, имеющиеся на чертеже.
4. Внимательно рассмотреть все проекции и представить себе общий вид изображенной на чертеже конструкции.
5. Детально рассмотреть конструкцию, обратив внимание на выносные узлы, а также на условные обозначения сварных соединений и конструктивные элементы кромок соединяемых деталей.
6. Внимательно прочесть спецификацию и найти на чертеже все перечисленные в ней детали (по номерам и количеству).
7. Определить, достаточно ли указанных в чертеже размеров и какие размеры необходимо взять по данным с плаза. Категорически запрещается снимать с корпусных чертежей неуказанные на них размеры путем непосредственного измерения по чертежу с учетом известного масштаба чертежа.

## § 21. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОСТРОЕНИЯ В СУДОСТРОИТЕЛЬНОМ ЧЕРЧЕНИИ

*Построение погни бимсов.* Бимсы открытых палуб (верхней палубы и палуб надстроек) имеют погни, построение которой обычно производят по кривой, называемой *параболой*; наивысшая точка пара-

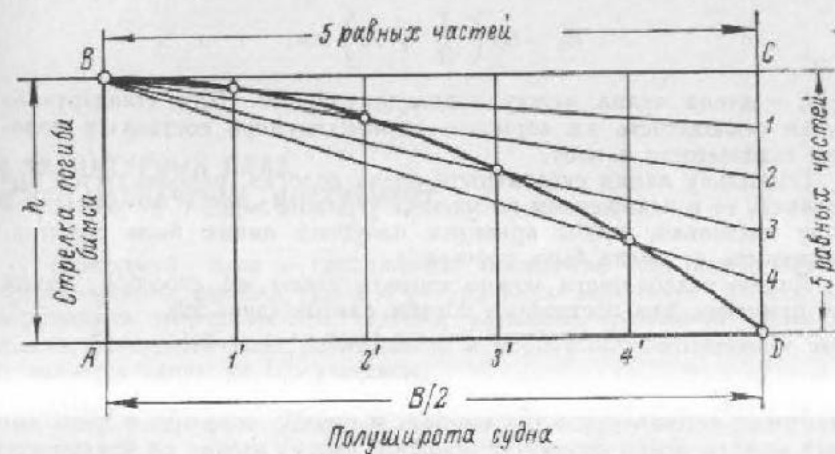


Рис. 51. Построение погни бимса.

болы находится в ДП. Расстояние от этой точки до прямой, соединяющей концы бимса, называется *стрелкой погни бимса*. Платформы и палубы (кроме верхней палубы) погни не имеют.

Существует несколько способов построения погни бимсов. Наиболее распространен способ, показанный на рис. 51. Стороны прямоугольника AD и CD разделены на пять равных

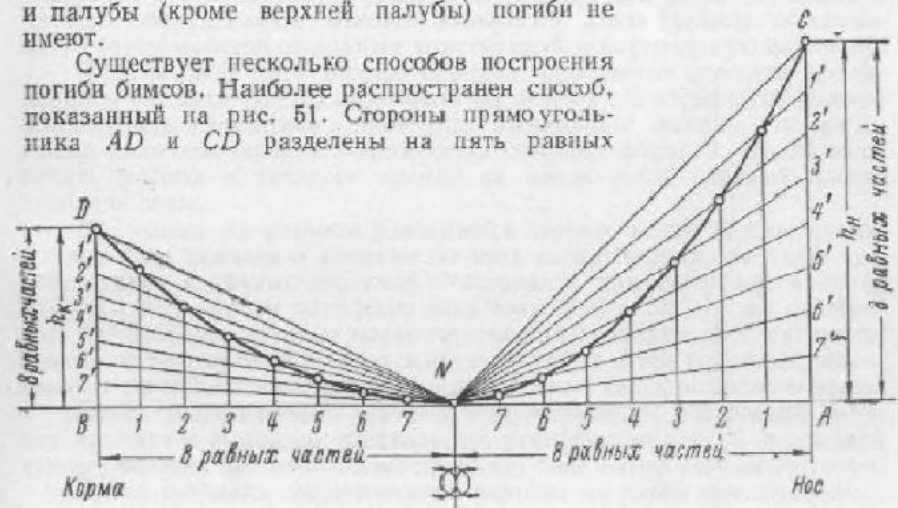


Рис. 52. Построение седловатости палубы.

частей каждая; кривая погни бимсов проведена из точки B в точку D через точки пересечения одноименных вертикальных и наклонных прямых (1' и 1; 2' и 2; 3' и 3; 4' и 4).

*Построение линии седловатости.* Обычно линия верхней палубы судна в проекции на ДП имеет изгиб, называемый *седловатостью* палубы. Низшая точка палубной линии находится на мидель-шпангоуте, высшая — на носовом перпендикуляре. Для морских гражданских судов подъем палубы на носовом перпендикуляре может быть определен из выражения

$$h_n = 50 \left( \frac{L}{3} + 10 \right) \text{ мм,}$$

где  $L$  — длина судна между перпендикулярами. Для стандартного случая седловатость на кормовом перпендикуляре составляет половину седловатости в носу.

Поскольку линия седловатости очень пологая, рекомендуется вычерчивать ее в искаженном по масштабу длины виде, т. е. уменьшать длину настолько, чтобы кривизна палубной линии была заметна, а плавность ее могла быть проверена.

Линию седловатости можно строить таким же способом, какой был применен для построения погниби бимсов (рис. 52).

## РАЗДЕЛ ЧЕТВЕРТЫЙ. ПЛАЗОВЫЕ И РАЗМЕТОЧНЫЕ РАБОТЫ

### § 22. НАТУРНЫЙ ПЛАЗ И ЕГО НАЗНАЧЕНИЕ. ИНСТРУМЕНТ

*Натурный плаз* — специальное помещение для вычерчивания теоретического чертежа судна в натуральную величину. Процесс вычерчивания теоретического чертежа называют *разбивкой судна на плазе*. Натурный плаз размещается в корпусообработывающем цехе и является одним из его участков.

Помещение натурального плаза — однопролетное, без промежуточных опор в середине. *Длина и ширина* его определяются размерами строящихся на заводе судов. *Площадь* натурального плаза должна быть достаточной для того, чтобы теоретический чертеж самого крупного строящегося на заводе судна мог разместиться на ней в натуральную величину в трех проекциях. Кроме того, в помещении должны остаться проходы шириной 2—2,5 м и места для размещения столов, шкафов с инструментом, чертежей, стеллажей для реек, шаблонов и прочего оборудования. *Высота* помещения плаза должна обеспечивать сборку макетов отдельных конструкций в натуральную величину.

Плаз должен быть хорошо освещен. Отношение площади застекления к площади пола должно быть не менее 1 : 5. Освещение должно обеспечивать отсутствие теней при проведении линий; это достигается наличием большого количества световых фонарей. Чтобы обеспечить работы в вечернее время, на плазе устанавливают лампы дневного света.

*Пол плаза*, на котором разбивается теоретический чертеж судна, должен быть ровным и гладким во всех направлениях, не иметь щелей, сучков и других дефектов. Материалом для изготовления пола служат сухие бруски палубного леса толщиной около 70 мм и шириной 100—150 мм, которые после тщательной пригонки прострагивают, выверяют по шеренгу во всех направлениях и затем грунтуют, шпаклюют и окрашивают масляной краской, обычно светло-шарового цвета.

Линии теоретического чертежа и всевозможных построений наносят на плаз с помощью специальных рейсфедеров черной и цветной тушью, которая при необходимости может быть смыта особым составом.

Кроме разбивки теоретического чертежа на плазе *изготавливают*:

- эскизы для разметки деталей судовых конструкций;
- контуровочные эскизы для разметки и контуровки полотен;
- малки для установки набора при сборке секций;
- шаблоны для разметки, гибки и проверки;
- копир-щиты для машинной газовой резки;
- каркасы для разметки и проверки листов двойкой кривизны;



блок-модели для разбивки листов наружной обшивки и связей набора корпуса;

макеты сложных узлов и конструкций корпуса носовой и кормовой оковечностей, якорных клюзов с якорями, выкружек гребного вала и пр.

Для выполнения плазовых работ применяют следующий *типовой инструмент*:

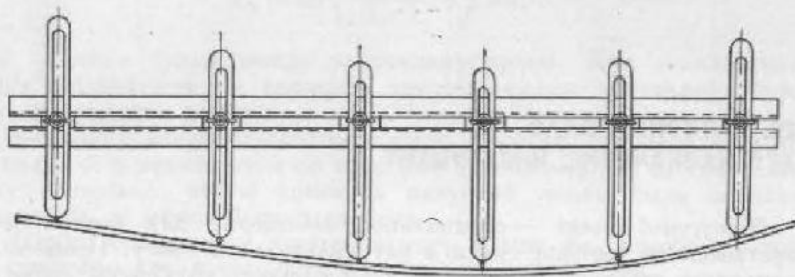


Рис. 53. Линейка с движками для снятия с плаза кривых линий.

для измерения линейных размеров — стальные метры; рулетки с лентами длиной 5, 10, 20, 50 и 100 м; стальные линейки с миллиметровыми делениями длиной 300, 500, 1000 и 1500 мм;

для построения и измерения углов — стальные угольники размером от 40×63 до 1250×2000 мм; малочники (две шарнирно соединен-

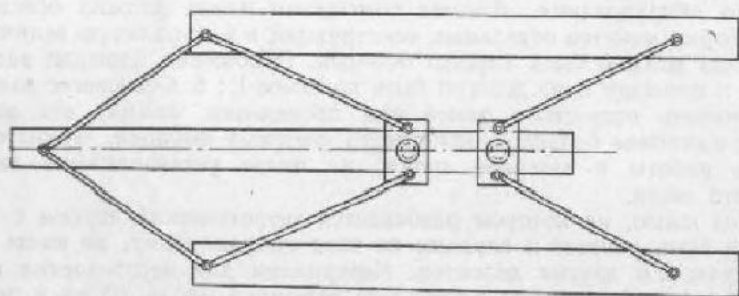


Рис. 54. Симметро-линейка Макарова-Лебедева.

ные одним концом линейки); транспортиры с делениями через 1°, радиусом от 125 до 1500 мм; рейшины («якоря») дюралюминиевые с кривой вогнутой поперечиной для проведения нормальной к кривым линиям;

для пробивки кривых линий — правила (прямоугольные деревянные бруски разной длины) прямые, хвостовые (с убывающим к одному концу сечением) и горбовые; съемные рейки деревянные, постоянного квадратного сечения длиной от 5 до 20 м; линейки с движками для переноса кривых линий с одной проекции на другую (рис. 53);

для построения разверток листов обшивки двойкой кривизны — симметро-линейки Макарова—Лебедева, состоящие из трех линеек, шарнирно соединенных шестью тягами (рис. 54);

чертежно-разметочный инструмент — рейсфедеры наливные и поршневые; штангенциркули с дубовой рейкой длиной до 5 м; циркули длиной 150—800 мм; разметочные циркули с длиной ножек 200—350 мм; штангенциркули стальные с расстоянием между ножками от 200 до 1000 и от 1000 до 4000 мм (последние изготовляют из стали и дерева); плоские металлические линейки длиной от 1500 до 4000 мм; деревянные линейки длиной 1500 и 10 000 мм (с трапециевидным сечением); параллельные ливейки длиной до 2000 мм для проведения параллельных линий;

вспомогательный инструмент — рубанки, фуганки, стамески, кернеры, рейсмусы, ватерпасы, струбины, отвесы, набор грузов весом от 8 до 28 кг для прижима правил, шнур с катушкой, молотки, кисти и т. д.

### § 23. МАСШТАБНЫЙ ПЛАЗ

*Масштабный плаз*, или *плаз-щит*, служит для масштабной разбивки теоретического чертежа вместо натурной разбивки корпуса на плазе.

Внедрение масштабной разбивки корпуса судна обеспечивает: значительное уменьшение производственной площади плаза, необходимой для разбивки корпуса;

снижение трудоемкости плазовых работ, так как облегчаются условия труда рабочих-плазовщиков;

упрощение изготовления оснастки для разметки и обработки деталей: чертежей-шаблонов для фотооптической разметки и копир-чертежей для автоматической газовой резки на фотокопировальной машине; сокращение числа складских помещений для хранения плазовой оснастки на участке разметки и обработки корпусных деталей;

централизованное изготовление головным заводом копир-чертежей, чертежей-шаблонов и эскизов для всех заводов, строящих суда по одному проекту.

Разбивка корпуса на масштабном плазе производится в масштабе 1:10 или реже 1:5. Толщина линий при масштабной разбивке не должна превышать 0,1 мм.

Проекции масштабного теоретического чертежа вычерчивают на специальных плаз-щитах, размеры которых выбирают в зависимости от размеров судна. Проекция «корпус» выполняется на двух плаз-щитах (носовая и кормовая части). Проекция «Бок» и «Полуширота» разбиваются совмещенно на одном щите с наложенным проекций по длине.

*Плаз-щиты* изготовляют обычно из стальных листов или листов дюралюминия толщиной 4—10 мм (иногда из стеклянных пластин или листов высококачественной фанеры толщиной не менее 6 мм). Отклонения по плоскости плаз-щитов не должны превышать 0,5 мм на 1 пог. м для дюралюминиевых щитов и 0,3 мм на 1 пог. м — для стеклянных. Плаз-щиты окрашивают эмалевой или нитроэмалевой краской светлого тона.

Все плазово-разметочные работы по масштабной разбивке выполняются в специальном разметочном бюро корпусообработывающего цеха.

Разметочное бюро должно иметь следующее оборудование: столы для плаз-щитов высотой 750—800 мм; чертежные столы размером 1500×900 мм; копировальные столы со стеклянной верхней крышкой и лампами для подсвечивания; шкафы для хранения чертежной бумаги и готовых эскизов, разверток, чертежей; стеллажи для хранения гибких реек, двух- и трехметровых линеек, прижимов и т. д.;

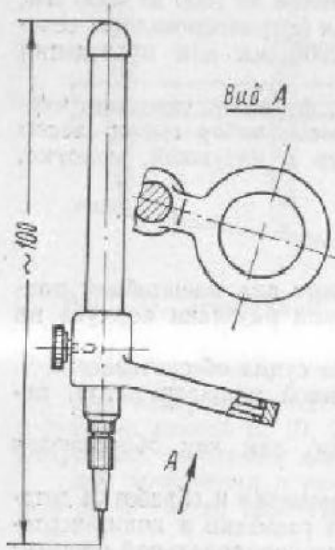


Рис. 55. Игла с лупой.

копировальные рамы для фотокопирования печатания копий масштабной разбивки; фотографическую установку для фотографирования масштабных чертежей, для фотопроекционной разметки металла и изготовления контрольных шаблонов. В помещении, где производится масштабная разбивка, необходимо поддерживать одинаковую температуру в пределах от 18 до 22° С.

При масштабной разбивке корпуса применяют специальный измерительный и чертежный инструмент повышенной точности, а также увеличительные лупы и микроскопы.

К измерительному инструменту относятся:

штриховой метр 1-го разряда (ШМ-1Р) латунный, снабженный двумя лупами, с ценой деления 0,2 мм и допускаемой погрешностью 0,05 мм;

линейки измерительные длиной 500 и 1000 мм латунные или стальные с ценой деления 0,5 мм и допускаемой погрешностью 0,05—0,07 мм;

линейки измерительные и чертежные длиной 2000 мм латунные или стальные с ценой деления 1,0 мм и допускаемой погрешностью 0,1 мм.

К чертежному инструменту относятся:

игла с лупой, имеющей пятикратное увеличение и фокусное расстояние 30 мм (рис. 55);

рейсфедер со сменными губками для нанесения тушью линий толщиной 0,05—0,1 мм;

стальные чертежные линейки длиной 500 и 1000 мм с допуском на прямолинейность рабочей кромки не более 0,05 мм;

дюралюминиевые линейки длиной 1000—2000 мм с допуском на прямолинейность рабочей кромки не более 0,1 мм (для снятия рисок ординат);

угольники стальные или дюралюминиевые размером 50×50×3 мм (для снятия ординат на рейку);

стальная струна диаметром около 0,1 мм или калиброванная стальная проволока диаметром до 1,0 мм (для фиксирования основной линии).

Кроме масштабной разбивки судового корпуса на масштабном плазе разметочное бюро осуществляет:

разработку данных для вычерчивания масштабных чертежей (составление эскизов деталей, копирование на прозрачную пленку контуров деталей, масштабное развертывание листов наружной обшивки и прочее).

составление эскизов и таблиц для разметки профильного проката; разработку эскизов и таблиц для выполнения сборочных и проверочных работ;

выпуск масштабных чертежей-шаблонов для фотопроекционной разметки деталей корпуса и изготовления проверочных шаблонов, копир-чертежей для вырезки деталей на газорезательных машинах;

вычерчивание масштабных чертежей для фотопроекционной разметки мест установки деталей насыщения в судовых помещениях;

фотографирование масштабных чертежей и обработку негативов для участков корпусообработывающего и корпусосборочного цехов;

изготовление копий масштабных разбивок и копир-чертежей; выпуск фотокопий с чертежей-шаблонов и копир-чертежей для участков корпусообработывающего цеха.

## § 24. ПЛАЗОВЫЙ КОРПУС, ЕГО ПОСТРОЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Плазовый корпус разбивают на плазе по выполненной разбивке теоретического чертежа.

На плазовый корпус наносят все практические шпангоуты (а не только 10 или 20 теоретических шпангоутов, как это делается при разбивке теоретического чертежа), все линии стыков и пазов наружной обшивки, теоретические линии всех палуб, платформ и стыков секций вне района цилиндрической вставки, линии пересечения продольного набора с наружной обшивкой и настилами второго дна, платформ и палуб.

На плазовом корпусе полностью изображают конструкцию мидель-шпангоута и наносят проекции осевых линий валопроводов, выкружек шпангоутов и т. д.

В дополнение к разбивке плазового корпуса и на ее основе на плазе производят разбивку отдельных корпусных конструкций, конфигурация которых связана с теоретическими обводами корпуса и не может быть задана в рабочем чертеже. В частности, по данным плазового корпуса обычно выполняют разбивку штевней, якорных клюзов, фундаментов и подкреплений корпуса для установки механизмов и оборудования, надстроек, рубок, шахт, дымоходов и т. д. Кроме того, на плазе по данным с плазового корпуса определяют также места установки мебели и оборудования, которые выполняют с учетом конфигурации помещений.

Разбивка плазового корпуса и отдельных конструкций обеспечивает необходимые данные для изготовления деталей корпуса и судового оборудования, имеющих сложную, зависящую от теоретических обводов конфигурацию, которую невозможно задать в рабочем чертеже или получить обычным геометрическим построением.

## § 25. СНЯТИЕ РАЗМЕРОВ С ПЛАЗОВОГО КОРПУСА

При выполнении сборочных работ в цехе и на стапеле нередко возникает необходимость снять с плаза те или иные истинные размеры деталей или уточнить место их расположения для разметки или проверки. Кроме того, часто бывает необходимо снять «растяжки».



*Растяжкой* называют истинный размер кривой линии. Снятие растяжек линий, расположенных в плоскостях, параллельных плоскостям плазовых проекций корпуса, затруднений не представляет, так как эти линии на соответствующих проекциях изображаются в истинном виде.

Растяжка получается путем огибания кривой линии гибкой рейкой (правила изготовления реек приведены в § 28). Для удержания рейки в изогнутом по кривой положении ее прижимают к полу плаза грузами. После нанесения на изогнутую рейку необходимых рисок,

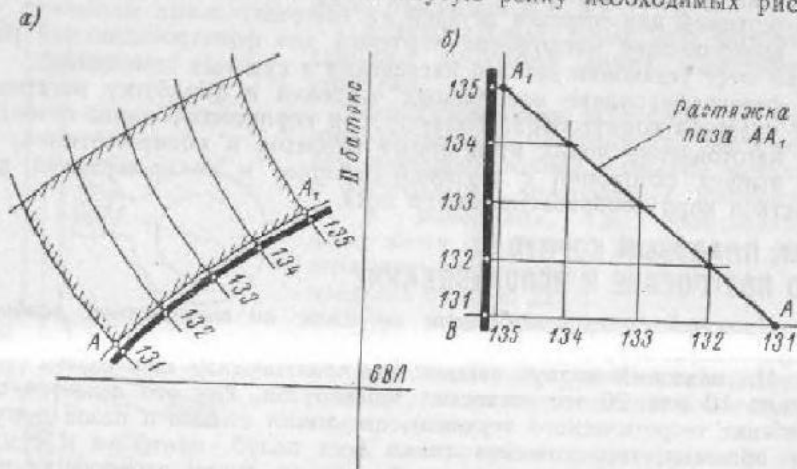


Рис. 56. Построение растяжки нижнего паза листа наружной обшивки на плазе: а — проекция листа на плазовый корпус (кромки листа заштрихованы); б — построение растяжки нижнего паза этого листа

соответствующих характерным точкам этой кривой (начало, конец, места притыкания сопрягаемых конструкций и т. д.), рейка-растяжка может быть использована для выполнения разметочных и проверочных работ.

*Истинные размеры линий*, не лежащих в плоскостях, параллельных плоскостям плазовых проекций, определяются путем приближенного построения их растяжек. В этом случае построение растяжки производят следующим образом.

Пусть, например, требуется определить растяжку длины нижнего паза листа наружной обшивки, расположенного между 131 и 135 шпангоутами (рис. 56).

Для этого необходимо:

обогнуть гибкой рейкой проекцию нижнего паза листа на корпусе и отметить на ней точки пересечения паза со шпангоутами (рис. 56, а);

провести на полу плаза произвольную прямую линию АВ и отложить на ней столько *шпанций* (расстояний между шпангоутами), сколько приходится на растягиваемый паз (в данном случае от 131 до 135 шп., т. е. четыре шпанции);

восставить из точек пересечения прямой АВ со шпангоутами перпендикуляры;

на каждом перпендикуляре отложить по выпрямленной рейке отрезок паза от начальной точки А до данного шпангоута;

соединить полученный ряд точек плавной кривой, которая и будет *растяжкой нижнего паза листа*.

Описанные способы снятия растяжки применимы для снятия растяжек любых конструктивных элементов, изображаемых на плазовом корпусе.

## § 26. РАЗВЕРТКА ЛИСТОВ МАЛОЙ КРИВИЗНЫ

Развертку листов малой кривизны можно быстро и с достаточной точностью выполнять одним из двух способов.

**Первый способ или способ мастера Егорова.** Для развертки листа на проекции «Корпус» в районе разворачиваемого листа проводят прямую линию, называемую *строевой*, предполагая, что эта строевая остается прямой и на развернутом листе. После этого развертку выполняют в такой последовательности:

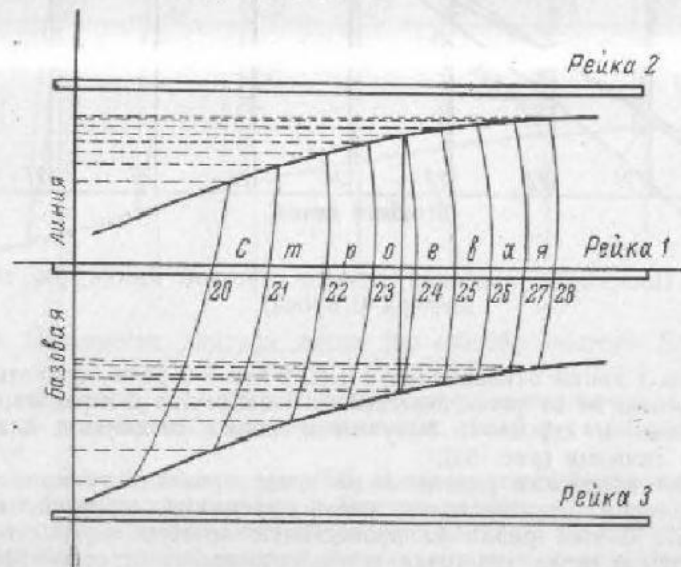


Рис. 57. Развертка листа наружной обшивки (по способу мастера Егорова).

а) на корпусе выбирают средний для данного листа шпангоут (например, шп. 24 на рис. 57), для которого проводят между верхним и нижним пазами хорду и через ее середину прочерчивают перпендикуляр, пересекающий все шпангоуты данного листа. Этот перпендикуляр служит в дальнейшем *строевой линией*;

б) изготавливают три рейки: 1-ю, 2-ю и 3-ю, на которых соответственно отмечают точки шпангоутов по строевой, верхнему и нижнему пазам от произвольно выбранной *базовой линии*, перпендикулярной строевой, причем для верхнего и нижнего пазов точки наносят на



рейку так, чтобы она каждый раз располагалась перпендикулярно к базовой линии, т. е. по пунктирным линиям, показанным на рис. 60; в) производят *растяжку шпангоутов* с помощью рейки квадратного сечения, близкой по толщине к развертываемому листу; квадратной рейкой огибают теоретическую линию каждого шпангоута с наружной стороны корпуса, т. е. со стороны листа, и снимают на нее точки верхнего и нижнего пазов и строевую;

г) на специально разбитой сетке или на проекции «Бок» на шпангоутных линиях (находящихся одна от другой на расстоянии шпации)

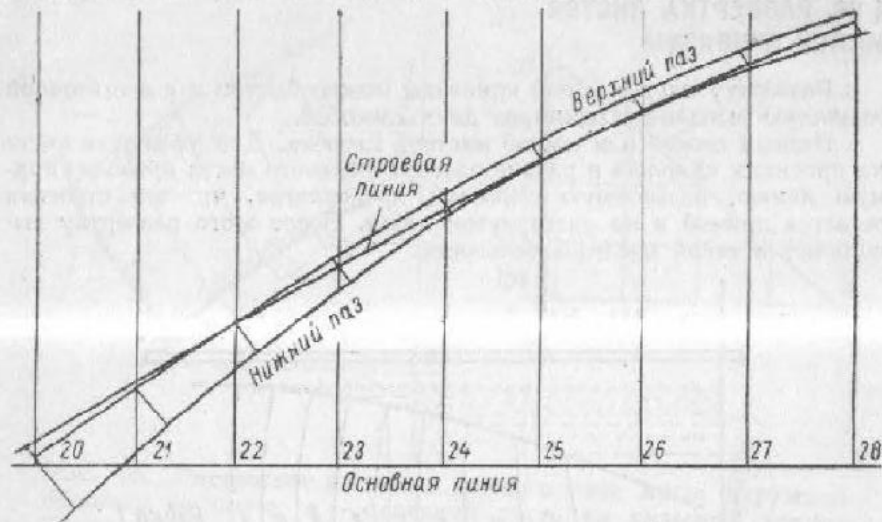


Рис. 58. Построение проекций пазов и строевой линии (по способу мастера Егорова).

от основной линии откладывают с 1-й, 2-й и 3-й реек ординаты, равные расстояниям от точек пересечения шпангоутов с верхним и нижним пазом и строевой; полученные точки соединяют плавными кривыми линиями (рис. 58);

д) для получения развертки на плазе проводят прямую линию, вдоль которой устанавливают рейку растяжки строевой, снятую с рис. 57. С этой рейки на проведенную прямую переносят точки шпангоутов и через эти точки в обе стороны от строевой проводят прямые линии, перпендикулярные к строевой. По полученным прямым устанавливают рейки растяжек по шпангоутам так, чтобы точка на растяжке шпангоутов, соответствующая строевой, совпала со строевой линией на развертке. В этом положении со шпангоутных реек отмечают точки верхнего и нижнего пазов на каждом шпангоуте (рис. 59).

На развернутом таким образом листе *все линии шпангоутов получаются прямыми и перпендикулярными к строевой линии, чего на самом деле не должно быть.*

Для определения истинного вида шпангоутных линий на разбивке строевой и пазовых линий (рис. 59) проводят через точки пересечения шпангоутов со строевой *нормали* к последней, от которых находят смещение шпангоута по верхней и нижней кромкам листа. Эти сме-

щения, найденные для каждого шпангоута, откладывают на развертке листа по линиям кромок от первоначальных (прямых) шпангоутов.

Через полученные для каждого шпангоута три точки (паза и на строевой) проводят при помощи гибкой рейки плавные кривые линии. Таким образом на *развертке получают кривые шпангоутные линии.*

Приведенный выше способ очень прост, но геометрически мало отражает действительные соотношения линий при развертке листа, поэтому его можно применять только для листов с малыми поперечными и продольными погибями и перекосами.

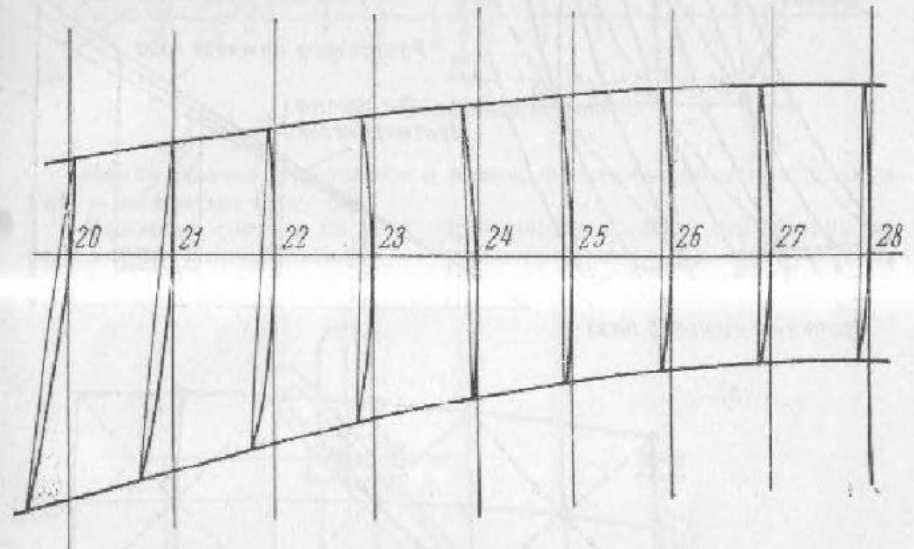


Рис. 59. Построение контура листа (по способу мастера Егорова).

**Второй способ.** По этому способу развертка листов производится с помощью вспомогательных диагональных линий в такой последовательности:

а) на плазовом корпусе (рис. 60, а) проводят вспомогательную линию посередине между верхним и нижним пазом;

б) всю длину листа разбивают на участки на две шпации и в четырехугольниках, образованных пазовыми линиями и крайними шпангоутами двух шпаций, проводят проекции кривых диагоналей;

в) с плазового корпуса снимают рейки проекций линий пазов, средней и диагональных линий и определяют их растяжки: с этой целью на свободном месте плаза строят сетку, у которой расстояние между вертикальными линиями равно теоретической величине одной шпации (либо используют для этого сетку, построенную на плазе теоретического чертежа); затем от произвольной прямой, перпендикулярной этим линиям, в последовательном порядке откладывают спрямленные длины проекций, снятые с корпуса от начала каждой кривой до вертикальной линии соответствующего шпангоута. Соединяя полученные точки, относящиеся к каждой растягиваемой линии, плавной кривой и измеряя рейкой спрямленную длину этой кривой, находят искомую растяжку (истинную длину) каждой кривой (рис. 60, б).

в) для получения развертки листа из всех заготовленных реек-растяжек (по верхнему и нижнему пазам, вспомогательной средней линии, диагоналям и по каждому шпангоуту) сколачивают сетку, совмещая одну с другой деревянные рейки на их пересечениях точно по теоретическим точкам (рис. 60, в); благодаря наличию диагональных

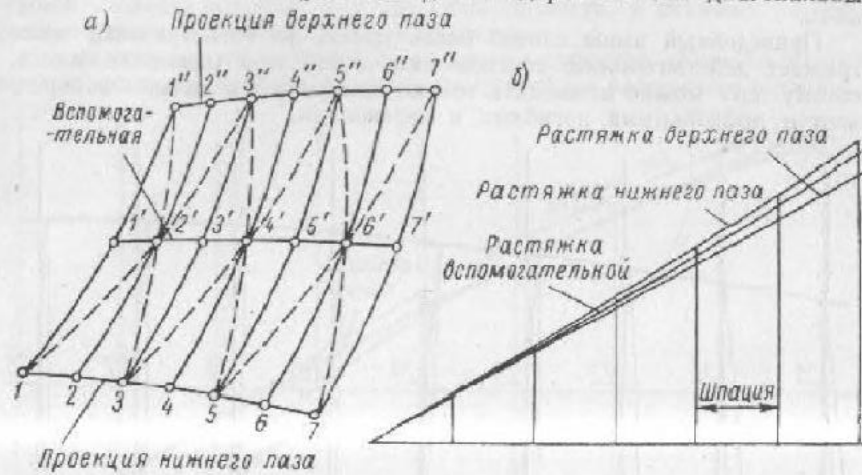


Рис. 60. Развертка листов наружной обшивки при помощи вспомогательных диагоналей.

реек изготовленная реечная сетка принимает определенную форму, соответствующую искомой развертке листа; пересекающиеся рейки сколачивают одним гвоздем, чтобы соединения могли свободно поворачиваться по мере стягивания их диагональными рейками.

### § 27. СНЯТИЕ МАЛОК С ПЛАЗА

Малкой называют угол, отличающийся от прямого. Тупой угол называют разводной малкой, острый угол — сводной малкой.

Соединения под малку встречаются обычно в соединениях наружной обшивки с бортовым и днищевым наборами и настилами палуб и платформ.

В клепаных конструкциях малку обычно имеют шпангоутные угольники в районе оконечностей, так как стенка шпангоута всегда располагается перпендикулярно диаметральной плоскости (за исключением района так называемых «поворотных» шпангоутов), а полка прилегает к борту (рис. 61). При этом малка меняется не только на

каждом шпангоуте в плоскости одной ватерлинии, но и по длине каждого шпангоута соответственно обводам.

Необходимость малковки определяют по плазовому корпусу. Если расстояние между соседними шпангоутами на проекции «корпус» (прогрессия) значительное, то угольник надо малковать.

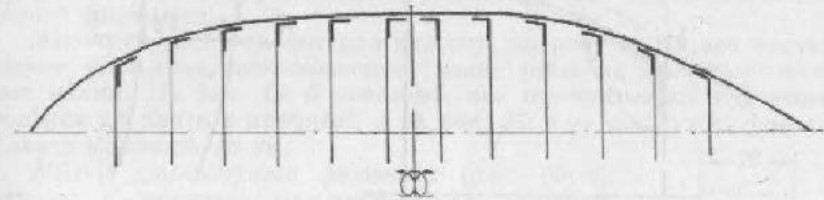


Рис. 61. Образование малок.

Малку обычно определяют с помощью специального приспособления — малочника (рис. 62).

Малочник состоит из двух скрепленных взаимно перпендикулярных линейек: горизонтальной — таврового сечения, на которую укладывают малочную доску, и вертикальной — прямоугольного сечения.

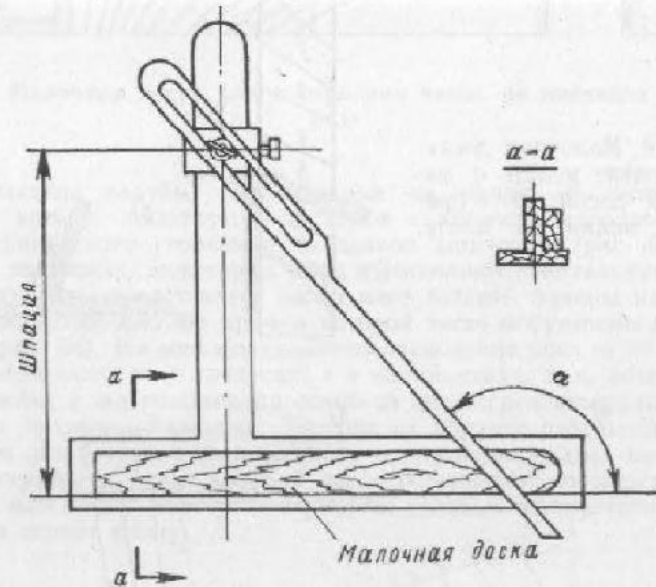


Рис. 62. Малочник.

По вертикальной линейке скользит муфта с двумя прижимными болтами (один — для закрепления муфты на вертикальной стойке, другой — для фиксирования подвижной линейки с прорезью).

Для снятия малки муфту устанавливают от горизонтальной линейки малочника на расстоянии шпации (рис. 63), а горизонтальную линейку устанавливают по линии АВ, перпендикулярной шпангоуту, так, чтобы угол малочника совпал с линией шпангоута (в точке а);

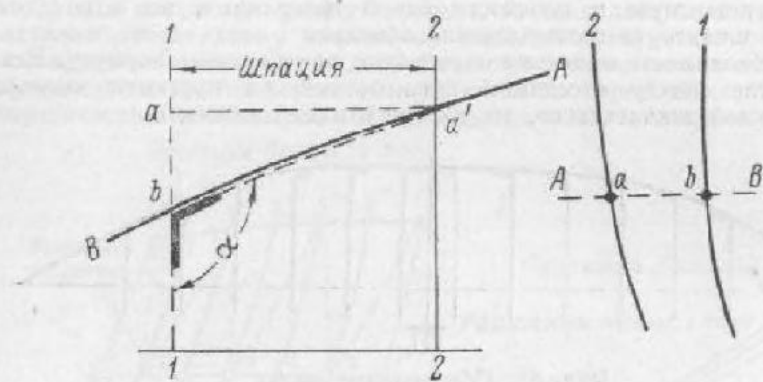


Рис. 63. Снятие малки бортовых шпангоутов.

Рис. 64. Малочная доска: а — снятие малки с малочной доски; б — проверка малки на плите.

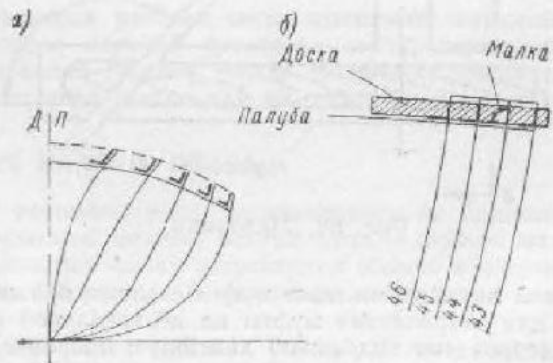
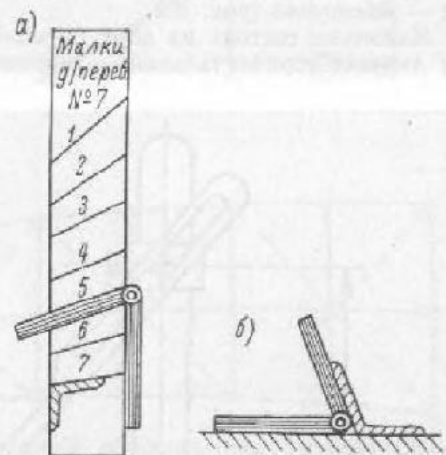


Рис. 65. Снятие малки стрингерного угольника: а — образование малки; б — снятие малки.

после этого растворяют подвижную линейку до совпадения ее острия со вторым шпангоутом (в точке *b*); образовавшийся при этом угол наклона подвижной линейки с горизонтальной и будет искомым малкой (см. рис. 62). Установив вдоль горизонтальной линейки малочную доску, прочерчивают на последней наклонные линии, соответствующие разным точкам шпангоута; таким образом получают серию малок для данного шпангоута.

Малочную доску делают для каждого шпангоута. На ней рисуют сечение угольника, показывающее, какие углы на малочной доске дают малки. На рис. 64, б показано, как прикладывают кузнечный угольник на плите к профилю, а на рис. 64, а — как нужно снимать малку с малочной доски.

Малку стрингерного угольника (рис. 65, а) снимают с помощью малочной доски шириной 15—100 мм, накладываемой на плазовый корпус простроганной кромкой, совмещая ее с проекцией

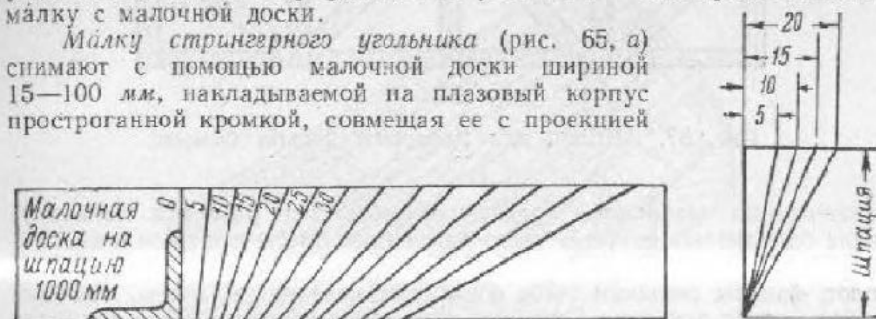


Рис. 66. Малочная доска для построения книц, не имеющих прямого угла.

линии настила палубы. Перенесенные на малочную доску следы верхних кромок шпангоутов образуют с кромкой малочной доски малку стрингерного угольника на данном шпангоуте (рис. 65, б).

Для построения некоторых книц изготовляют специальную малочную доску. Она представляет собой лист толстой фанеры или доску толщиной 10—15 мм, обе кромки которой чисто отфугованы и параллельны (рис. 66). На доске показывают отклонение угла от 90 до 135°, причем угол задан не в градусах, а в миллиметрах, т. е. угол показан через каждые 5 мм отклонения одной из его сторон от вертикальной линии на расстоянии шпации. Замерив на корпусе расстояние между соседними шпангоутами (или бимсами — для подпалубных книц поперечных переборок), по малочной доске определяют соответствующий ему угол или малку. Этот угол переносят угловым малочником на лист фанеры и строят кницу.

## § 28. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ШАБЛОНОВ, КАРКАСОВ, МАКЕТОВ И КОПИР-ЧЕРТЕЖЕЙ. РАЗРАБОТКА РЕЕК

Шаблоны, каркасы, макеты и копир-чертежи необходимы для разметки и изготовления деталей корпуса, имеющих сложную конфигурацию.

Шаблоны применяют для проверки погиби листовой и профильной стали, для разметки днищевой набора, книц и других деталей



корпуса, а также для проверки штевней, сборочных постелей, киль-блоков и т. п. Шаблоны изготовляют из хорошо просушенных сосновых или еловых досок толщиной 12—25 мм либо из фанеры толщиной 4—10 мм.

Шаблоны для разметки небольших деталей изготовляют из фанеры толщиной 3—4 мм либо из картона или плотной бумаги. При

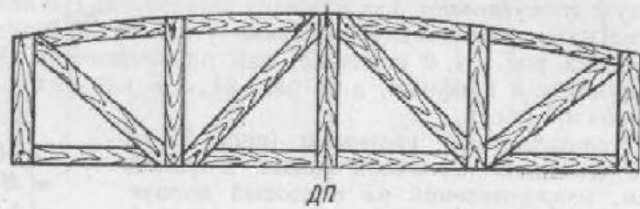


Рис. 67. Шаблон для проверки погнби бимсов.

изготовлении шаблонов, предназначенных для разметки большого числа одинаковых деталей, часто применяют листы дюралюминия.

Шаблоны, имеющие большие размеры, сколачивают из досок или полос фанеры гвоздями либо соединяют казеиновым клеем. Каждый шаблон имеет лекальную кромку, снятую по обводу с плаза (рабочая часть), основание и поперечные раскосные связи, которые разбивают

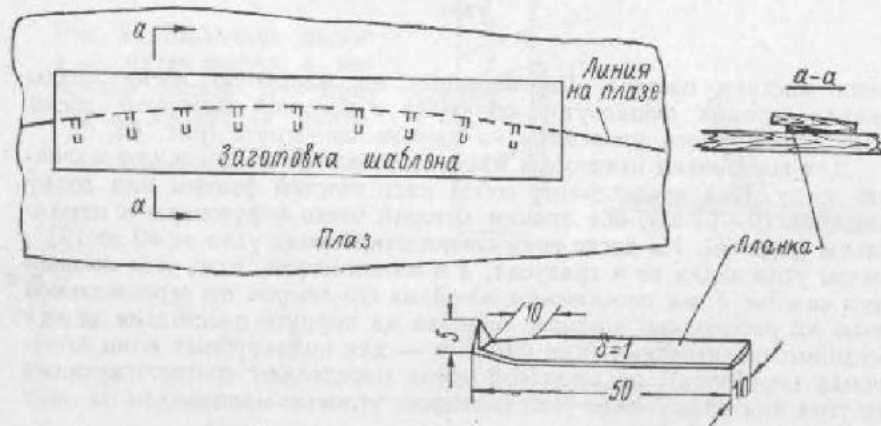


Рис. 68. Снятие кривой линии с плаза на заготовку шаблона.

шаблон на ряд треугольников, благодаря чему он приобретает необходимую жесткость (рис. 67). Допуски на изготовление шаблона для прямолинейных участков  $\pm 0,5$  мм, для криволинейных  $\pm 1,0$  мм.

Криволинейные обводы с плаза на заготовку шаблона наносят с помощью шарнирной рейки; посредством копира, устанавливаемого на гибкую рейку, изогнутую по данной кривой; с помощью уложенных вдоль кривой планок, загнутые острые концы которых совмещают с этой кривой; после этого на планки укладывают и прижимают доску или лист фанеры, из которой изготовляют шаблон (рис. 68).

На каждом шаблоне должны быть нанесены: номера детали и чертежа, по которому эту деталь заказывают; количество деталей, изготовляемых по данному шаблону; наименование материала, идущего на изготовление детали, а также толщина листа или номер профиля материала; контрольные линии и указания о пространственной ориентации (положение ДП, борт, верх, низ, отстояние от основной линии); места приварки других деталей.

Все надписи на шаблоне делают с лицевой стороны.

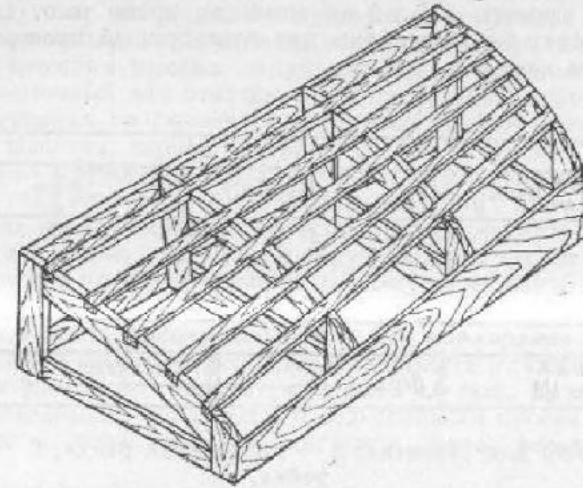


Рис. 69. Каркас для листа обшивки.

Каркасы применяют для проверки формы листов двойкой кривизны при их гибке; обычно каркас воспроизводит внутреннюю поверхность развешиваемого листа. Каркас изготовляют из отделочных поперечных плоских шаблонов, которые сколачивают вместе. Для сохранения правильного взаимного расположения плоские поперечные шаблоны соединяют отдельными продольными связями и раскосными планками. Рабочая (лекальная) поверхность каркаса выполняется из реек, врезанных в шаблоны заподлицо с их рабочей кромкой (рис. 69).

Для удобства в работе и экономии материала каркасы часто делают «усеченными», т. е. с наклоном плоских шаблонов.

Макеты изготовляют в тех случаях, когда геометрическим построением трудно определить сопряжение обводов корпуса с отдельными конструкциями, например с нишами якорного клюза. Макетируют обычно сопряжение ахтерштевня с обшивкой кормового свеса, большие патрубки машинно-котельных отделений и т. д. Для новых судов изготовляют в натуральную величину макеты машинно-котельных отделений, кают с их полным оборудованием и т. п., по которым специальная комиссия проверяет удобство расположения оборудования перед выпуском рабочих чертежей размещения.

Копир-черт жи применяют при машинной газовой резке деталей корпуса на специальных газорезательных автоматах. Эти автоматы имеют масштабно-дистанционную фотокопировальную систему для вы-

резки корпусных деталей по копир-чертежам, выполненным в масштабе 1:10.

Копир-чертежи вычерчивают на белой рефлексной фотобумаге, наклеенной на гладкое ровное стекло толщиной 6—7 мм. Линии контура деталей вычерчивают тушью; толщина линии 0,3—0,4 мм. Минимальное допустимое расстояние между смежными линиями контуров деталей должно быть не менее 0,5 мм. Соединение контурных линий в углах должно быть выполнено тщательным сопряжением их по радиусам: 0,5 мм при углах свыше 120° и 1 мм при меньших углах.

На копир-чертеже условными обозначениями наносят рабочую технологию вырезки деталей на автомате; кроме того, для сложных деталей наносят базовые линии для последующей проверки точности вычерченного контура.

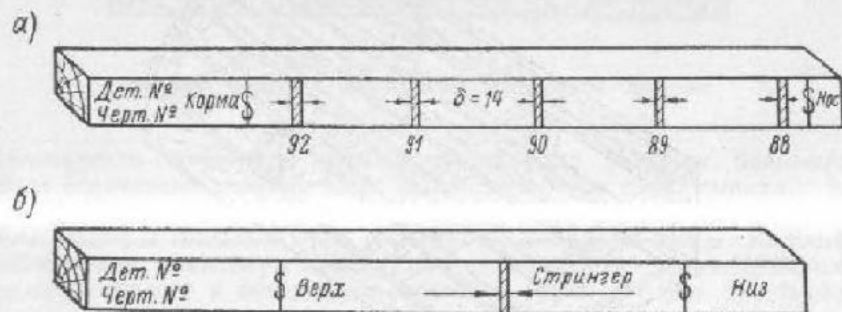


Рис. 70. Рейки для разметки: а — продольная рейка; б — поперечная рейка.

Все обозначения на копир-чертеже не следует располагать ближе 1 мм от рабочих контуров. Погрешность вычерчивания контуров деталей — не более  $\pm 0,1$  мм.

Рейки применяют для разметки деталей набора, полотниц переборок, палуб и т. д. (рис. 70).

Для реек используют сосновые или еловые сухие строганные доски. В поперечном сечении рейки имеют прямоугольную форму размерами от 5×25 до 10×40 мм или квадратную размерами 20×20, 25×25 и 30×30 мм. Длина реек от 6 до 12 м.

Рейки изготовляют стдельно для листового, полосового и профильного прокатов.

На концах реек делают контрольные замеры, которые перед использованием следует проверять рулеткой, имеющей паспорт Палаты мер и весов. В случае изменения контрольного расстояния из-за усыхания или увлажнения рейки вносят поправки. Всю маркировку делают с одного конца рейки.

## § 29. РАЗМЕТКА ДЕТАЛЕЙ ПО ЧЕРТЕЖАМ, ШАБЛОНАМ И ЭСКИЗАМ

Цель разметки — перенести на металл контуры обрабатываемых деталей с возможно более точным соблюдением размеров и указанием границ, по которым должна быть выполнена обработка и сборка деталей.

Судовые разметочные работы производят по чертежу, по данным с плаза (эскизам, рейкам, шаблонам и — реке — по шаблонам с места. При выполнении этих работ применяют измерительно-проверочный и разметочный инструмент.

К измерительно-проверочному инструменту относятся: рулетки длиной 1; 2; 10 и 20 м, складной стальной метр и стальные линейки длиной от 10 до 3000 мм для измерения длины; микрометр для измерения толщины с точностью до 0,01 мм; штангенциркуль с нониусом для измерения внутренних и наружных диаметров и толщин с точностью до 0,1 мм; угломер, транспортир и квадрант для измерения и построения углов; малочкик; кронциркуль и нутромер.

К разметочному инструменту относятся: нитка, натираемая мелом, для нанесения прямых линий; плоский и тазовый угольники; кернер разметочный для отметки точек на металле; кернер центровой для фиксирования на размечаемом металле центров отверстий, переносимых с шаблона; кернер контрольный для нанесения на размеченный материал кружков, контролирующих правильность просверленных отверстий; кернер прошивной для получения центров отверстий при разметке по деревянным шаблонам; штангенциркуль для построения перпендикуляров, проведения окружностей и дуг больших радиусов; рейсмус для проведения линий, параллельных какой-либо базовой плоскости; молотки весом 0,5—0,6 кг и 0,1—0,3 кг для ударов по центровому и контрольному кернеру и для маркировки деталей.

Разметка деталей по чертежу выполняется в тех случаях, когда размечаемые детали не связаны с обводами корпуса. К таким деталям относятся: наварыши, наклепыши и подкрепления плоских переборок, крышки люков, двери, вкладные цистерны, трапы, детали оборудования и др.

Перед разметкой чертеж должен быть тщательно изучен разметчиком. Размеры следует брать только по цифрам, указанным в чертеже; снимать размеры метром и переводить их в натуральную величину по масштабу нельзя, так как это приведет к ошибке.

Все размеры, имеющие указания «около» или «приблизительно», уточняют по плазу или по месту (на строящемся судне). Если размер на чертеже подчеркнут, это означает, что размер правилен, а определяемый им элемент конструкции вычерчен не в масштабе чертежа.

Разметка деталей по шаблонам, представляющим изготовленный в натуральную величину образец деталей, заключается в простом обчерчивании чертилкой на металле контура шаблона, а также вспомогательных линий, необходимых для дополнительных построений.

Разметка по эскизам производится при серийной постройке однотипных судов на одном или нескольких заводах, а также при единичной постройке, когда изготовление другой оснастки для разметки менее выгодно. В этом случае в технологическом бюро головного завода-строителя вычерчивают по плазовым данным и рабочим чертежам эскизы всех деталей судовых конструкций с указанием контура, строевых и контрольных линий, линий приварки набора, вырезов, шпигатов и горловины. По таким эскизам разметка выполняется непосредственно без дополнительных данных.

Преимущество эскизного метода — возможность отказаться от изготовления и хранения на каждом заводе громоздкой плазовой оснастки: шаблонов, каркасов, реек и т. д.; недостаток — необходимость при разметке каждый раз производить построение всех линий детали.



### Условные обозначения плазовой оснастки

Рейка . . . . .	I	Копир . . . . .	V
Шаблон . . . . .	II	Макет . . . . .	VI
Каркас . . . . .	III	Эскиз . . . . .	VII
Малка . . . . .	IV		

Широкое распространение получили так называемые *контуровочные эскизы* для контуровки (разметки) полотен плоскостных секций. В контуровочном эскизе даются размеры и контур всей секции и построение этого контура по контрольным взаимно перпендикулярным линиям. Эскиз содержит данные о расположении мест приварки набора, деталей фундаментов и подкреплений, координаты и размеры вырезов; в нем даны также координаты базовых контрольных линий, служащие ориентиром для проверки правильности установки секций на стапеле.

Контуровка полотнища секции производится на ровной площадке и начинается с построения взаимно перпендикулярных линий, которые служат в дальнейшем базой для выполнения остальных построений. Места приварки набора намечаются двумя линиями, расстояние между которыми равно толщине устанавливаемого набора. При выполнении контуровки следует учитывать усадку полотнища секции от сварки.

### § 30. ДОПУСКАЕМЫЕ ОТКЛОНЕНИЯ И ПРИПУСКИ ПРИ РАЗМЕТКЕ

Все размеры на деталях, не имеющих припусков, после разметки должны соответствовать плазовым или чертежным данным. При этом допускаются следующие отклонения (*допуски*), мм:

Для прямолинейных контуров . . . . .	не более $\pm 0,5$
» криволинейных контуров . . . . .	» » $\pm 1,0$
» размеров по ширине . . . . .	» » $\pm 0,5$
» » » длине до 3 м . . . . .	» » $\pm 0,5$
» » » » свыше 3 м . . . . .	» » $\pm 1,0$
По диагонали . . . . .	» » $\pm 1,5$
Для вырезов ребер жесткости, горловин и лазов (размер и смещение) . . . . .	» » $\pm 1,0$

Все размеры на деталях из профильного материала, не имеющих припусков, после разметки также должны соответствовать плазовым или чертежным данным.

Допускаются отклонения, мм.

При длине до 3 м . . . . .	не более $\pm 1,0$
» » свыше 3 м . . . . .	» » $\pm 2,0$

Толщина линий, прочерчиваемых при разметке чертилкой, должна быть не более 0,5 мм; толщина меловых линий, отбиваемых ниткой, не более 0,7 мм.

Для покрытия вероятных отклонений от размеров, возникающих при обработке, сборке и сварке узлов и конструкций, назначают *припуск* — часть металла, удаляемую с заготовки для получения детали в окончательно обработанном виде в чертежных или плазовых размерах. Припуск дается *на сторону или на диаметр*. Величина припуска должна быть достаточной для покрытия всех отклонений, однако излишний припуск вызывает непроизводительные потери металла, требует расхода труда и энергии на его удаление.

В целях экономии металла и уменьшения трудоемкости обработки величина припуска иногда *определяется и назначается технологами расчетным путем* — с учетом нормативных материалов по припускам, характеризующим деталь и производственную обстановку.

Припуски назначают:

для деталей из листового или профильного материала, обрабатываемых на горячей плите, — по контуру до 50 мм;

при сварке полотнищ секций переборок, наружной обшивки, второго дна, палуб и платформ, когда имеется большое количество сварных швов, — по контуру от 20 до 50 мм;

для монтажных стыков секций — по одной из стыкуемых смежных кромок двух секций от 15 до 30 мм для пригонки по месту при сборке;

по сложным листам наружной обшивки в оконечностях судна, прилегающим к штевням, мортирам и кронштейнам гребных валов, — от 30 до 50 мм;

по нижним кромкам фундаментов под главные и вспомогательные механизмы — от 15 до 30 мм;

для компенсации поперечной усадки полотна от приварки набора — по 1 мм на шпацию.

### § 31. МАРКИРОВКА ДЕТАЛЕЙ

Каждую размеченную деталь маркируют. *Марка* содержит номера заказа, чертежа и детали, ориентацию детали на судне (борт, номера шпангоутов, верх, низ, к борту, к ДП, в нос, в корму), условные буквенные обозначения операций обработки, рабочий номер бригады, номер плавки и марку стали (для листов из легированной стали).

Марку выбивают керном на правой стороне размеченной детали (по ширине листа на расстоянии 100 мм от кромки) и обводят масляной краской (для каждого заказа разным цветом).

Все вырезы и контурные линии обреза отмечают краской короткими штрихами. Совпадающие линии обреза двух деталей обозначаются условным знаком стыка. Краской наносят также *условные знаки обработки*, указанные в накерненной марке, и все *контрольные и базовые линии*, нанесенные при разметке.



### Условные обозначения операций обработки

Правка в вальцах . . . . . А	Гибка фланцев . . . . . Н
То же с ручной под- правкой . . . . . А/П	Сборка полотниц . . . . . О
Разметка . . . . . Б	Гибка и правка на плите . . . . . П
То же фотопроекционным методом . . . . . Б <sub>о</sub>	Кузнечные работы . . . . . Р
Контуровка . . . . . В	Выколка, проколка, штамповка . . . . . С
Разрезание листовой стали на прессе . . . . . Г	Гибка и правка профиль- ной стали на станке . . . . . Т
Разрезание профильной стали на прессе . . . . . Д	Электросварка ручная . . . . . У
Сверление и зенкование . . . . . Е	Транспортирование на стапель . . . . . Ф
Резка газовая . . . . . Ж	Электросварка автоматическая . . . . . Х
То же по копиру . . . . . З	Транспортирование в другие цехи . . . . . Ш
Строгание . . . . . И	Секционная сборка . . . . . Э
Фрезерование . . . . . К	Взвешивание . . . . . Ю
Фланжирование . . . . . Л	Оцинковка . . . . . Я
Гибка в вальцах и на прессах . . . . . М	Зачистка . . . . . Ь

### § 32. ФОТОПРОЕКЦИОННЫЙ МЕТОД РАЗМЕТКИ

Этот метод один из наиболее современных. Сущность его заключается в разметке листа и мест приварки набора по световым линиям, полученным на листе при проецировании через специальный проекционный аппарат заранее сфотографированного чертежа-шаблона (рис. 71).

Проекционный аппарат устанавливают в специально оборудованной кабине над разметочным столом. Высоту расположения проектора определяют в зависимости от требуемых размеров проекции (обычно 8—12 м).

Разметочный стол устанавливают строго горизонтально, так, чтобы середина его совпала с вертикалью, опускаемой для проверки в виде веска от объектива проекционного аппарата до уровня стола. Размечаемые листы подают на разметочный стол по одному с помощью рольганга. Предусмотрена возможность затемнения разметочных столов брезентом или другим материалом.

На поверхность листа, уложенного на разметочный стол, световое изображение негатива проецируется в натуральную величину. Разметка сводится к накерниванию и маркировке изображения по световым линиям. Толщина световых линий контура и мест приварки набора 1 мм, толщина знаков маркировки — около 5 мм.

После разметки листы поступают на приемный рольганг, а затем на участок обработки.

Фотопроекционным методом размечают все плоские детали и детали с криволинейной поверхностью, развернутые на плоскость. Точность разметки зависит от точности выполнения чертежа-шаблона и негатива с него, правильности установки масштаба проекции на поверхность листа, а также от тщательности его выправления перед разметкой.

Применение этого метода разметки на 60—70% сокращает трудоемкость разметочных работ, облегчает труд разметчиков, улучшает качество разметки. Особенно значительны эти преимущества при се-

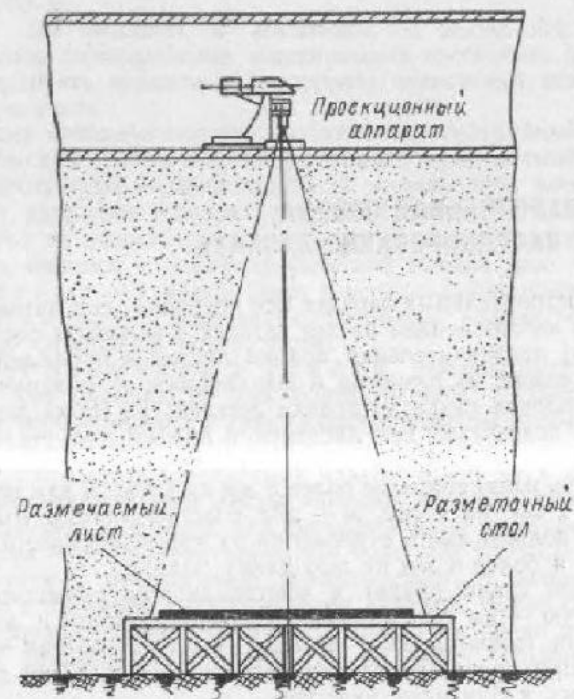


Рис. 71. Схема фотопроекционной разметки.

рийной постройке судов. Однако следует отметить, что в некоторых случаях постройке единичных судов применение фотопроекционного метода менее выгодно, чем обычного.

§ 33. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРАВКА, ОЧИСТКА И ПАССИВИРОВАНИЕ ПРОКАТА

На судостроительных заводах все операции, связанные с обработкой стали и изготовлением из нее деталей в основном сводятся к следующему: а) предварительная правка листов и профилей; б) очистка и пассивирование; в) разметка и маркировка; г) механическая обработка; д) тепловая резка; е) правка деталей; ж) гибка деталей.

*Правке* подвергают всю листовую и профильную сталь перед тем, как приступить к ее дальнейшей обработке. Выправленные листы должны иметь волнистость не более 3 мм на 1 пог. м для тонких листов и не более 2 мм на 1 пог. м — для толстых листов. Выправленный профиль не должен иметь отклонений от прямолинейности более 2 мм на 1 пог. м и более 8 мм на всю длину полосы.

Листовую сталь правят в многовалковых *правильных вальцах*, а профильную — на *горизонтально-гибочных прессах* и *многовалковых машинах* или *гидравлических прессах*. Если на листах стали много бухтин, то при правке в вальцах применяют подкладки для обжатия примыкающих к бухтинам участков.

В зависимости от толщины и механических свойств листовой стали выбирают и основные характеристики *правильных вальцов* (табл. 31).

Таблица 31

Основные характеристики листопрямильных вальцов

Некоторые технические характеристики вальцов	Предел текучести стали							
	до 30 кг/мм		35—60 кг/мм		до 80 кг/мм			
	Толщина листов, мм							
	до 6	6—20	20—32	до 6	6—16	16—32	4—16	18—50
Диаметр <i>правильных</i> валков, мм	150	200	320	180	180	430	220	550
Шаг между осями валков, мм	160	220	360	200	220	450	250	650
Количество валков, шт.	17	13	7	17	13	7	11	9

Наиболее производительной является правка листовой стали *методом растяжения* на растяжных машинах. Для правки листов толщиной от 2 до 16 мм, шириной от 1500 до 2800 мм, имеющих предел текучести 60 кг/мм, может быть использована растяжная машина с усилием 2500 т.

*Очистке от окалины и ржавчины*, а также *пассивированию* (т. е. покрытию специальными «пассивными» составами, предохраняющими поверхность металла от коррозии) подвергают всю листовую и профильную сталь.

Основными методами очистки считаются *дробеструйный* (дробеметный) и *химический*. Более производительный, экономичный и безопасный для работающих — *дробеструйный метод*, при котором сталь очищается в закрытых камерах мелкой чугунной колотой дробью, выбрасываемой на очищаемую поверхность из специальных сопел.

Скорость очистки в одной дробеметной камере для углеродистой стали — 1 м/мин (лист в вертикальном положении движется через камеру по рольгангу); потребное количество дробы — 200 г на 1 м<sup>2</sup> очищаемой поверхности.

Для *легированных сталей* режимы будут несколько иными, так как окалина на них более прочная; скорость очистки уменьшается до 0,5 м/мин, а грануляция (размеры) дробы находится в пределах 0,5—1,5 мм.

После прохождения дробеметной камеры (либо двух камер, установленных последовательно) листы очищают от пыли сжатым воздухом и направляют в камеры для *пассивирования* грунтами ВЛ-02 и ВЛ-023 (иногда — в электростатическом поле, что улучшает сцепление частичек грунта с покрываемой поверхностью), а затем в камеры сушки (часто с нагревом инфракрасными лучами). Число слоев грунта при пассивировании зависит от межоперационного срока хранения изготавливаемых деталей до установки их в секции; обычно грунтуют два раза.

Что касается последующих технологических операций — *разметки* и *маркировки* стали, — то справочные сведения об этих операциях помещены в четвертом разделе Справочника; поэтому ниже изложены данные только по *механической* (станочной) обработке, тепловой резке и остальных операциях, связанных с изготовлением деталей корпуса.

§ 34. ГАЗОВАЯ РЕЗКА

Ниже излагаются основные положения по *ручной газовой резке*, так как судовым сборщикам не приходится иметь дело ни с автоматической, ни с полуавтоматической резкой.

*Резка* производится специальными *газовыми резаками*. Газовая горелка имеет два канала: по одному поступает горючий газ, смешанный с кислородом (горение этой смеси образует подогревательное пламя); по другому каналу подается чистый кислород.

Сущность резки состоит в том, что подогревательное пламя накаляет участок металла, подлежащий резке, до состояния воспламенения; подаваемый затем режущий кислород вызывает горение металла.

Обычно при газовой резке мощность подогревательного пламени постоянна как в начале резки при нагреве до температуры воспламенения, так и в процессе резки. Наиболее выгодным источником тепла при газовой резке является ацетилено-кислородное пламя.



Бригада творческого содружества на одном из заводов разработала способ экономичной ацетилено-кислородной резки стали с помощью специального экономизатора-приставки. Резку начинают с нагревания металла в начальной точке реза до температуры воспламенения ацетиленовым пламенем обычной мощности; в момент пуска режущего кислорода количество ацетилена, подаваемого в пламя, уменьшают. При этом мощность подогревающего пламени несколько снижается, однако тепла от сгорания металла вполне достаточно для поддержания

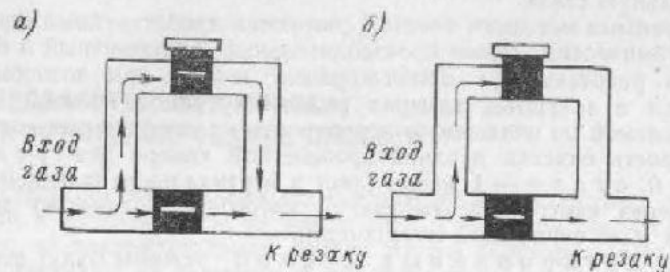


Рис. 72. Схема подачи ацетилена при экономичной газовой резке: а — начальный путь ацетилена; б — путь ацетилена при установленном режиме резки.

процесса резки. Схема подачи ацетилена посредством экономизатора-приставки показана на рис. 72, а резак с экономизатором-приставкой изображен на рис. 73.

При резке стали толщиной от 5 до 45 мм этот способ позволяет вдвое сократить расход ацетилена, причем с увеличением толщины

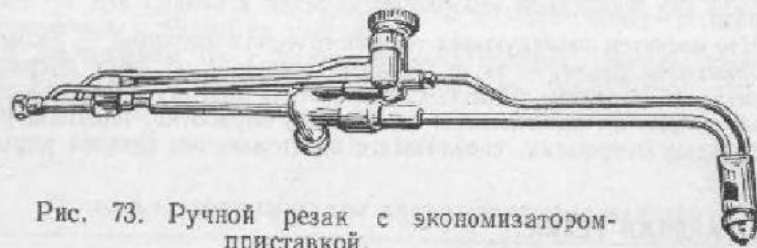


Рис. 73. Ручной резак с экономизатором-приставкой.

разрезаемого металла экономия ацетилена возрастает. Кроме того, такая газовая резка обеспечивает уменьшение тепловых деформаций и снижает трудоемкость правочных и рубочных работ при сборке узлов и секций.

Резка металла может быть обеспечена при следующих условиях:

- а) металл должен воспламеняться при температуре более низкой, чем температура его плавления;
- б) окислы металла должны плавиться при более низкой температуре, чем температура плавления самого металла;
- в) тепло, выделяемое горением металла, должно нагревать рядом расположенные слои до состояния воспламенения;
- г) металл должен обладать возможно меньшей теплопроводностью, что облегчает его местный подогрев и горение при резке.

Легче всего резать газом углеродистые стали. Современные способы резки позволяют резать любые металлы. Хорошо освоена также газовая резка нержавеющей стали, чугуна и различных сплавов. Из горючих газов лучшим по производительности является ацетилен. Для резки металлов употребляют также бензин, керосин, природный газ, пропан-бутан и пр.

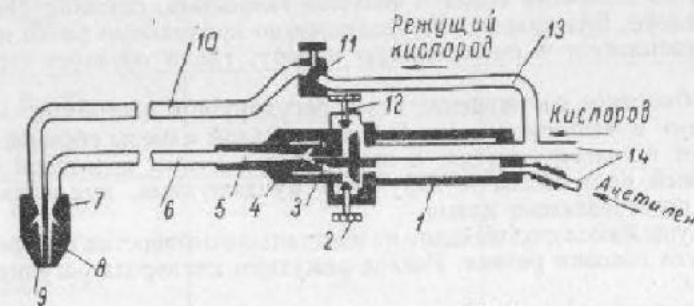


Рис. 74. Схема резака РР-53.

1 — рукоятка; 2 — вентиль; 3 — инжектор; 4 — накидная гайка; 5 — смешивательная камера; 6 — корпус; 7 — голенища резака; 8 — наружный мундштук; 9 — внутренний мундштук; 10 — трубка; 11 — вентиль; 12 — вентиль; 13 — трубка; 14 — ниппели.

При газовой резке большое значение имеет чистота кислорода, которая должна быть не ниже 99,5%. Если чистота кислорода падает, то качество резки и производительность значительно снижаются, а расход кислорода увеличивается (табл. 32).

Таблица 32

Зависимость показателей газовой резки от чистоты режущего кислорода

Показатели, %	Чистота кислорода, %				
	99,5	99	98,5	98	97,5
Время резки	100	105,3	112,9	120,7	131
Расход кислорода	100	111,9	129,2	145,2	168,1

В судостроении для кислородной резки применяют резаки низкого давления (инжекторные).

Для ручной ацетилено-кислородной резки применяют:

- резак ацетиленовый РР-53 для резки стали от 5 до 300 мм;
- резак вставной РГС-53 к горелке ГС-53 для резки стали от 5 до 50 мм;
- резак вставной РГМ-53 к горелке ГСМ-53 для резки стали от 5 до 25 мм.

Устройство ацетилено-кислородного резака РР-53 показано на рис. 74. Резак состоит из рукоятки и корпуса, соединенных накидной



Номера мундштуков в зависимости от толщины  
разрезаемого металла

Толщина металла, мм	Номер мундштука	
	внутреннего	наружного
5—25	1	1
25—50	2	
50—100	3	2
100—200	4	
200—300	5	

гайкой. Внутри корпуса имеются смесительная камера и инжектор. Ацетилен поступает через ниппель и трубку внутри рукоятки, сообщаясь со смесительной камерой через продольные прорези инжектора. Кислород поступает через ниппель и трубку в рукоятке к соплу инжектора, а через трубки в головку резака.

Кислород, подводимый к инжектору под давлением 3—14 атм, выходит из отверстия сопла с большой скоростью, создавая разрежение в камере. Благодаря этому ацетилен по продольным пазам инжектора засасывается в смесительную камеру, где и образует горючую смесь.

Необходимое соотношение газов регулируется вентилями — «кислородным» и «ацетиленовым». Из смесительной камеры горючая смесь поступает в головку резака, а затем, выходя через кольцевой зазор, образуемый внутренним и наружным мундштуками, при зажигании создает подогревающее пламя.

Режущий кислород выходит из центрального отверстия внутреннего мундштука головки резака. Расход режущего кислорода регулируется вентилем.

В комплект резака входят два сменных наружных и пять внутренних мундштуков, предназначенных для резки металла различной толщины. Размеры отверстий мундштуков указаны в табл. 33. Выбор мундштуков для ручных резаков в зависимости от толщины разрезаемого металла приведен в табл. 34.

Таблица 33

Размеры отверстий мундштуков

Номер мундштука	Кольцевой зазор, мм	Диаметр центрального отверстия, мм
000	0,2	0,5
00	0,2	0,8
0	0,2	1,0
1	0,2	1,5
2	0,2	2,0
3	0,3	2,5

Кислородный баллон (рис. 75) представляет собой стальной цилиндр со сферическим дном и горловиной. На нижнюю часть корпуса насажен башмак, позволяющий ставить баллон вертикально. Горловина баллона имеет внутреннюю коническую резьбу для ввертывания запорного латунного вентиля и кольцо с резьбой для навертывания защитного колпака. Защитный колпак предохраняет вентиль от ударов и повреждений при транспортировке.

Кислородные баллоны окрашивают в голубой цвет и делают надпись черными буквами — «Кислород».

Ацетиленовые баллоны по конструкции такие же, как кислородные. Во избежание ошибочного использования ацетиленовые баллоны окрашивают в белый цвет и делают надпись красными буквами —

«Ацетилен». Вентиль ацетиленового баллона — стальной и в отличие от вентиля кислородного баллона не имеет присоединительного штуцера.

Для понижения давления отбираемых из баллонов газов и автома-

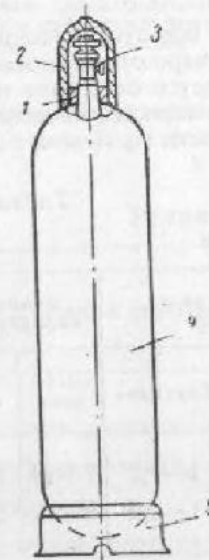


Рис. 75. Кислородный баллон.

- 1 — кольцо с резьбой;
- 2 — защитный колпак;
- 3 — запорный вентиль;
- 4 — корпус; 5 — башмак.

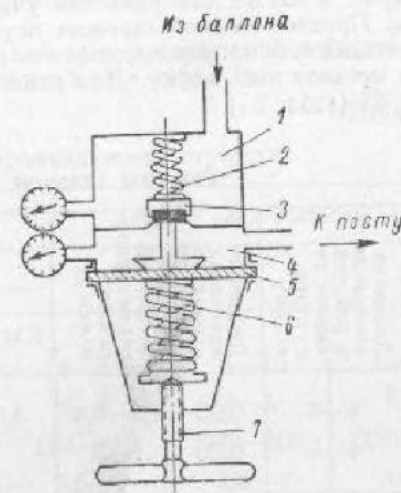


Рис. 76. Схема устройства редуктора.

- 1 — камера высокого давления;
- 2 — запорная пружина; 3 — регулирующий клапан; 4 — камера низкого давления; 5 — резиновая мембрана; 6 — нажимная пружина; 7 — регулирующий винт.

тического поддержания постоянного рабочего давления в процессе работы (независимо от давления газов в баллоне) служат редукторы.

Присоединение редуктора к вентилю ацетиленового баллона производится посредством специального накидного хомута.

Схема устройства редуктора показана на рис. 76. Редуктор имеет камеру высокого давления, в которую поступает газ из баллона, и камеру низкого давления. Для замера давления газа в баллоне в камере высокого давления имеется газоотвод к манометру высокого давления.

Камера высокого давления сообщается с камерой низкого давления через отверстие, закрываемое редукцирующим клапаном с помощью запорной пружины. Клапан жестко соединен с резиновой мембраной, которой ограничивается камера низкого давления. На мембрану давит нажимная пружина, усилие нажатия которой регулируется винтом. Из камеры низкого давления газ поступает к резаку, а давление проверяется с помощью манометра низкого давления.

Если ацетилен подается в цех по трубопроводу, то для предохранения от обратных ударов между газопроводом и сварочным постом ставят водяной затвор. (Обратным ударом называют внезапное загорание горючей смеси внутри газосварочной горелки или резака, передающееся затем по шлангам к ацетиленовому трубопроводу.)

### § 35. ГАЗОВАЯ И ЭЛЕКТРОВОЗДУШНАЯ СТРОЖКА

Газовую строжку широко применяют для подготовки корня шва к подварке, а также для удаления участков сварного шва, имеющих дефекты. Процесс газовой строжки осуществляется бесшумно и обеспечивает высокую производительность работ и хорошее качество подготовки металла под сварку. Для газовой строжки применяют резаки РАП-01 55 (табл. 35).

Таблица 35

Режимы газовой строжки

Номер мундштука	Давление кислорода в рабочей камере редуктора, кг/см <sup>2</sup>	Давление ацетилена, кг/см <sup>2</sup>	Скорость перемещения резака, м/мин	Расход газов, м <sup>3</sup> /час		Размеры канавки, мм	
				Кислород	Ацетилен	Ширина	Глубина
1	4—6	0,05	0,5—0,9	3,5—7	1—1,2	7—10	3—7
2	4—5	0,05	1—5		1—1,2	8—16	2—9

К недостатку газовой строжки следует отнести значительные деформации конструкций в результате большого разогрева металла.

При *электровоздушной строжке* металла используют электрическую дугу, создаваемую между углеродным или графитовым электродом и металлом; для повышения стойкости электроды должны быть покрыты медью. Чтобы удалить из канавки расплавленный металл, в зону дуги подают сжатый воздух.

Электровоздушная строжка наряду с уменьшением деформаций металла обеспечивает высокую производительность его обработки. Ее

применяют для строжки углеродистых сталей, чугуна, легированных сталей и медных сплавов, а также для подготовки подварочной канавки швов, удаления дефектов сварных швов и временных обухов и ребер жесткости.

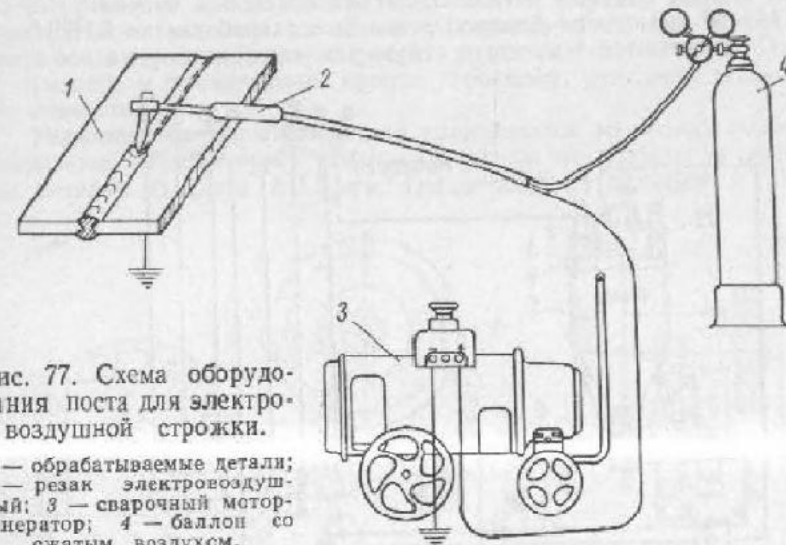


Рис. 77. Схема оборудования поста для электровоздушной строжки.

1 — обрабатываемые детали; 2 — резак электровоздушный; 3 — сварочный мотор-генератор; 4 — баллон со сжатым воздухом.

Схема оборудования поста для электровоздушной строжки приведена на рис. 77, а режимы строжки — в табл. 36.

Таблица 36

Режимы электровоздушной строжки

Параметры строжки	Диаметр электрода, мм		
	6	8	10
Ширина канавки, мм	6—8	8—10	10—12
Глубина канавки, мм	3—5	3—5	3—6
Сила тока, а	110—130	160—200	250—300
Давление воздуха, атм	3,5—4	3,5—4	3,5—4
Угол наклона электрода, град	50—60	50—60	50—60

### § 36. КИСЛОРОДНО-ФЛЮСОВАЯ РЕЗКА

Хромистые и хромоникелевые стали не подвергаются обычной газокислородной резке, так как на их поверхности образуется пленка окисла, не позволяющая кислороду резать основ-

ной металл; то же относится и к газокислородной резке чугуна, цветных металлов и сплавов.

Кислородно-флюсовая резка при помощи установок УРХС-3 и УРХС-4 (рис. 78) обеспечивает высокое качество обработки нержавеющей стали, цветных металлов, легких сплавов и чугуна.

Метод кислородно-флюсовой резки был разработан во ВНИИавтоген. Он отличается тем, что в струю режущего кислорода все время

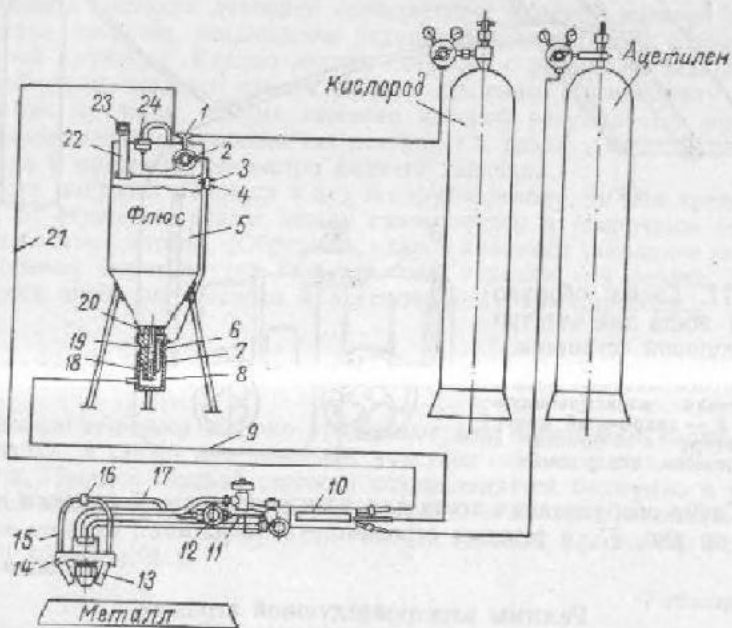


Рис. 78. Схема установки УРХС-4 для кислородно-флюсовой резки.

1, 16 — тройники; 2 — редуктор; 3 — вентиль; 4 — регулирующий вентиль; 5 — бак флюсопитателя; 6 — штуцер; 7 — канал флюсоотсасывающего кислорода; 8 — камера циклонного устройства; 9 — шланг подачи флюса; 10 — корпус резака; 11, 15, 17 — трубки; 12 — поршневой вентиль; 13 — сопло; 14 — колodka; 18 — трубка флюсоотсасывающего кислорода; 19 — флюсовый канал; 20 — втулка; 21 — кислородный шланг; 22 — горловина; 23 — колпачок горловины; 24 — манометр.

подается флюс, содержащий мелкий железный порошок; при сгорании флюса выделяется тепло, повышающее температуру металла в месте резки, что исключает затвердевание окислов и обеспечивает выжигание металла режущим кислородом.

Процесс кислородно-флюсовой резки почти не отличается от процесса обычной кислородной резки, если не считать, что расстояние между мундштуком и разрезаемым металлом увеличивают до 15 мм и более в зависимости от толщины металла.

Однако в отличие от обычной газовой резки при кислородно-флюсовой резке ширина реза получается в два—три раза большей, а кромки разреза достаточно ровными и чистыми. Рабочее место для кислородно-флюсовой резки должно быть оборудовано надежной вытяжной вентиляцией, обеспечивающей удаление вредных газов.

## § 37. МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ

Механическая обработка включает: а) вырезку деталей любой конфигурации из листов толщиной до 4 мм; б) вырезку деталей с прямолинейными кромками из листов толщиной до 12 мм; в) вырезку деталей из профилей, не имеющих разделки кромок под сварку; г) строгание и фрезерование кромок, проколку, сверление и зенкование отверстий.

Механическая обработка стали производится по кернам разметки. Отклонения обработанных кромок от кернов не должны превышать, для деталей из листа  $\pm 0,5$  мм, для деталей из профиля  $\pm 1,5$  мм.

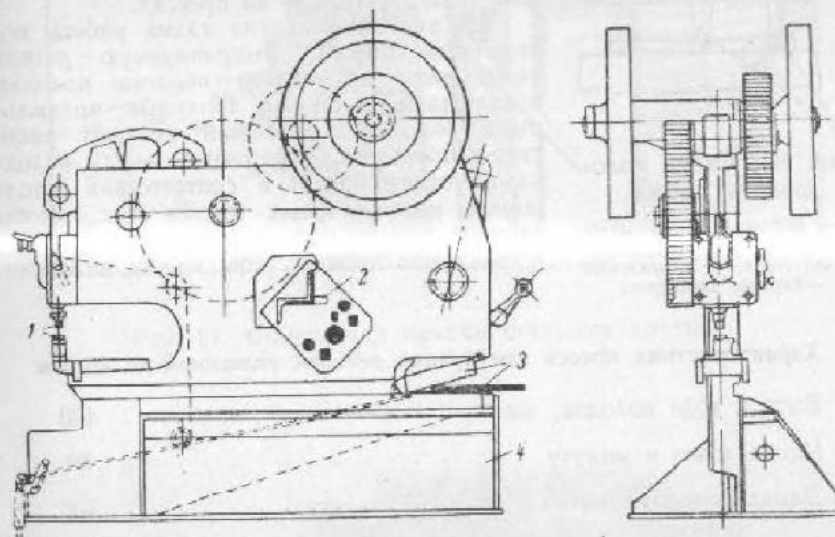


Рис. 79. Комбинированные пресс-ножницы.

1 — штамп для проковки отверстий; 2 — гнездо для разрезаемых профилей; 3 — ножи для резания листового материала; 4 — станина.

В качестве механического (станочного) оборудования при выполнении самой распространенной операции — вырезки деталей — используются пресс-ножницы, гильотинные и дисковые ножницы, а также пневматические вибрационные ножницы.

На рис. 79 показаны комбинированные пресс-ножницы, предназначенные для вырезки деталей из листов, вырезки деталей из профилей, проковки отверстий в деталях.

### Основные характеристики пресс-ножниц

Длина ножей для резания листов, мм . . . . .	250—600
Величина вылета (глубина зева станины), мм . . . . .	1100—1300
Число ходов ножа в минуту . . . . .	24—30
Толщина разрезаемых листов, мм . . . . .	до 20

При резании на пресс-ножницах режущие кромки ножей должны совпадать с линиями разметки, нанесенными в местах резки.



## § 38. ПРАВКА И ГИБКА ДЕТАЛЕЙ

После резки детали подвергают *правке* в их плоскости; узкие детали из полос правят также *«на ребро»*, потому что при резке на пресс-ножницах детали значительно деформируются и принимают серповидную форму. Правку листовых деталей можно выполнять в листопрямильных вальцах или на прессах, в зависимости от наличия оборудования.

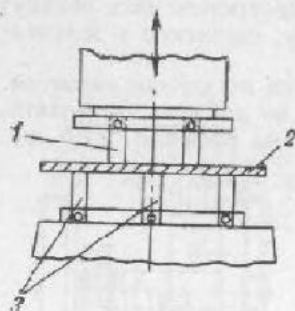


Рис. 80. Схема колодочного прессы.

1 — верхние правильные колодки; 2 — выправляемый лист; 3 — нижние опорные колодки.

*Крупногабаритные детали* целесообразнее править в листопрямильных вальцах (см. § 33), мелкие — на прессах.

На рис. 80 показана схема работы колодочного прессы. Выправляемую деталь укладывают на нижние опорные колодки и включают долбяк с верхними правильными колодками, который пускают работать непрерывно. Расстояние между колодками устанавливают в соответствии с толщиной выправляемых листов так, чтобы верхние правильные колодки приходились в серединах промежутков между нижними.

Характеристика прессы для правки деталей толщиной до 40 мм

Высота хода колодок, мм	400
Число ходов в минуту	20
Длина колодок, мм	400

Правку деталей «на ребро» можно вести в вертикально-гибочных вальцах либо на горизонтально-гибочных станках, используемых также для правки профилей. Существуют *комбинированные вальцы* с валками для правки «на плоскость» и дисками для правки «на ребро»; на этих вальцах рекомендуется править детали из полос.

Для правки *стальных прутков* диаметром от 8 до 12 мм используют станок, устройство которого показано на рис. 81. В жесткой станине укреплены два ряда роликов с пазами, по которым протягивается пруток; расстояние между роликами по вертикали регулируется посредством винтов. Ролики приводятся во вращение электродвигателем; скорость движения прутка 14,5 м/мин.

Правка деталей из *профильного проката* может быть выполнена на горизонтальном правильном станке типа «Бульдозер» или на специальном роликовом правильном станке. Ролики расположены в два ряда в шахматном порядке, причем нижние насажены на валы с неподвижными подшипниками, а верхние — с подвижными, которые перемещаются в вертикальном направлении согласно профилю и толщине выправляемой детали.

Если детали после правки в дальнейшем не подвергаются гибке, их отклонения от плоскости не должны превышать установленных норм.

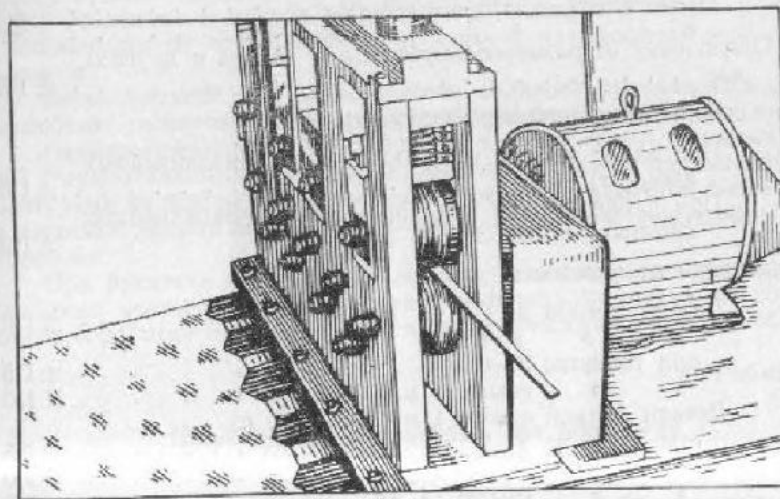


Рис. 81. Станок для правки стальных прутков.

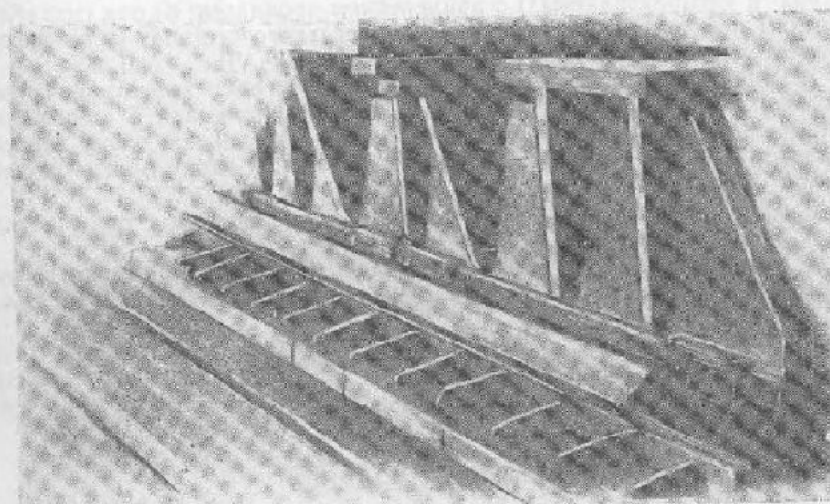


Рис. 82. Штамповка гофра трапециевидной формы.

Отклонения от габаритных размеров, мм:

- Листовые детали длиной (шириной) до 3 м . . . . . ± 2,0
- » » » » » свыше 3 м . . . . . ± 2,5
- Профильные детали длиной до 3 м . . . . . ± 2,0
- » » » » » свыше 3 м . . . . . ± 3,0

Отклонения от размеров вырезов (для набора и других), мм . . . . . ± 1,5

Отклонения от заданной формы кромок, мм

- При длине кромки или хорды (при криволинейных кромках) до 3 м . . . . . ± 1,0
- При длине кромки или хорды (при криволинейных кромках) свыше 3 м . . . . . ± 1,5

Отклонения от плоскости, мм

- Детали длиной до 0,5 м . . . . . ± 1,0
- » » » 1 м . . . . . ± 1,0
- при толщине 3—8 мм . . . . . ± 1,5
- » » » свыше 8 мм . . . . . ± 1,0
- Детали длиной свыше 1 м (на 1 пог. м)
- при толщине 3—8 мм . . . . . ± 2,5
- » » » 9—14 » . . . . . ± 2,0
- » » » свыше 14 мм . . . . . ± 1,5

Для получения из плоских заготовок деталей с криволинейной поверхностью применяют *холодную* и *горячую* гибку. Холодная гибка предпочтительней: она выполняется с помощью механического оборудования, экономична, обеспечивает лучшие условия труда.

*Гибка листовых деталей* выполняется: а) в гибочных вальцах (трех- и четырехвалковых) с применением прокладок; б) под гидравлическим прессом с применением универсального штампа; в) на прессе гильотинного типа; г) на листогибочном станке ЛГС.

Выбор того или иного оборудования для гибки зависит от формы деталей. Так, гибку листовых деталей цилиндрической и конической формы рекомендуют производить в гибочных вальцах; гибку деталей угловой формы — на прессах гильотинного типа; гибку деталей коробчатой формы — на гидравлических прессах и т. д.

Для примера на рис. 82 показана штамповка гофра трапецевидной формы на полотнище гофрированной переборки под прессом.

*Холодная гибка профильных деталей* производится: а) на вертикальных валковых станках; б) на гидравлических прессах; в) на прессах типа «Бульдозер».

Вертикальные валковые станки служат для гибки деталей с постоянным радиусом кривизны; гибку деталей с переменным радиусом кривизны выполняют на гидравлических прессах и прессах типа «Бульдозер».

### § 39. ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Обработка алюминиевых сплавов и деталей из них имеет ряд особенностей, связанных с физико-механическими свойствами этих материалов.

Алюминиевые листы, плиты и профили подвергают правке в вальцах или прессах, аналогично стальным. Однако при этом следует обес-

печить высокую чистоту обработки поверхности валков — для предохранения поверхности листов и деталей от повреждений. Прокладки разрешаются только из алюминиевого сплава или фанеры (то же касается правки профилей на прессах). После правки местные неровности на листах и плитах не должны превышать 3 мм на 1 пог. м, а отклонения от прямолинейности деталей из профилей — 2 мм на 1 пог. м.

Резка деталей из алюминиевых сплавов производится двумя способами: газозлектрическим и механическим.

*Газозлектрическую резку* используют для вырезки листовых деталей с криволинейными контурами, вырезки деталей с криволинейными контурами из толстых плит, вырезки отверстий диаметром более 40 мм и разделки кромок деталей толщиной свыше 12 мм, фасонной срезки профилей.

При разметке смежных деталей под газозлектрическую резку необходимо учитывать ширину реза и величину припуска на последующую обработку кромок под сварку механическим способом (табл. 37).

Таблица 37

Ширина реза и припуски при обработке проката из алюминиевых сплавов

Толщина разрезаемого материала, мм	Машинная резка		Ручная резка	
	Ширина реза, мм	Припуски, мм	Ширина реза, мм	Припуски, мм
5—9	4—5	1,5	5—6	2
10—19	5—6	1,5	6—7	2
20—39	6—7	2	7—8	3
40—49	8—10	3	9—12	4
50—80	10—12	3	12—14	5

*Механическую резку деталей из алюминиевых сплавов* ведут на гильотинных и пресс-ножницах, дисковых и ленточных пилах, а при криволинейных резах — на роликовых, вибрационных и пресс-ножницах. При этом нужно строго следить, чтобы режущие кромки ножей не имели притуплений, выкрошившихся или вмятых участков, а также чтобы зазор между ножами был не выше 0,1 мм при толщине материала 3—4 мм и не выше 0,9 мм при толщине материала 31—35 мм (соответственно — для промежуточных толщин).

Плиты толщиной от 22 до 50 мм после резки на гильотинных ножницах должны иметь припуск по кромкам реза не менее 5 мм, который удаляется последующим строганием или фрезерованием.

Резка профилей осуществляется на пресс-ножницах, под прессами в штампах, дисковыми или ленточными пилами, а также на отрезных и ножовочных станках.

*Гибку листов и плит из алюминиевых сплавов* производят, как правило, в холодном состоянии и с применением обычного оборудования

для гибки, но с большой чистотой обработки поверхностей, соприкасающихся с изгибаемыми деталями. Для доводки после гибки деталей толщиной до 4 мм используют деревянные столы и киянки либо молотки из легкого сплава или из твердой резины.

Горячая гибка листов и профилей применяется только тогда, когда сложную по форме деталь невозможно изготовить холодной гибкой. При этом обязательно строго контролировать температуру нагрева (которая во всех случаях не должна превышать  $480^{\circ}\text{C}$ ), а также время выдержки деталей при этой температуре (от 10 мин для деталей толщиной 2 мм до 80 мин для деталей толщиной 55—80 мм).

## РАЗДЕЛ ШЕСТОЙ. СБОРКА СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СПУСК СУДОВ

### А. ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ СБОРКА И СВАРКА

#### § 40. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА

Процесс изготовления корпусных конструкций включает: а) судовую разметку и маркировку; б) тепловую резку и строжку; в) пневматическую трубку; г) зачистку под сварку; д) закрепление деталей при сборке; е) сварку; ж) проверку и приемку конструкций; з) исправление дефектов; и) кантовку и транспортировку.

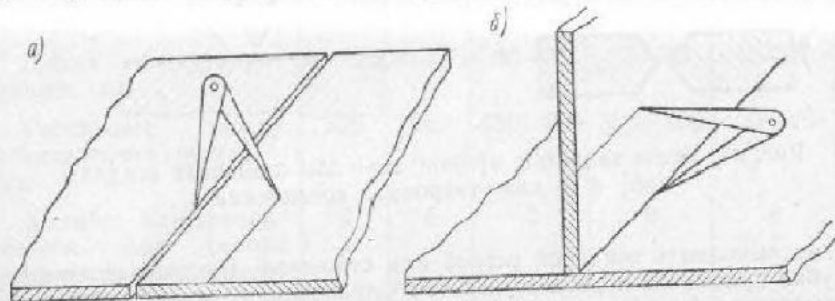


Рис. 83. Причерчивание припуска: а — стыкование кромок; б — притыкание кромок.

Судовую разметку производят по чертежам, эскизам, шаблонам и рейкам, которые выдаются плазом (см. раздел четвертый Справочника); такую операцию, как причерчивание стыкуемых кромок, производят только по месту.

Причерчивание для последующего удаления припуска по стыкуемым кромкам осуществляют следующим образом (рис. 83, а): разводят ножки металлического циркуля на величину припуска, подлежащего удалению, и затем проводят одной ножкой циркуля по стыкуемой кромке детали или узла, не имеющей припуска, а другой ножкой — по кромке с припуском; полученную линию размечают под обрезку.

Так же поступают при причерчивании притыкаемых кромок (рис. 83, б); одна из ножек циркуля движется по горизонтальной детали или узлу, а вторая — причерчивает припуск на вертикальной детали.

Способ причерчивания стыкуемых и притыкаемых кромок по месту хорош тем, что причерчиваемая кромка после удаления припуска как бы повторяет все местные неровности «чистой» кромки, чем обеспечивается равномерный зазор под сварку.



Тепловая (газозлектрическая и газовая) резка и тепловая строжка применяются при подгонке деталей и узлов, для удаления припусков после причерчивания, а также для удаления временных креплений: сборочных планок, скоб, угольников, сбухов и т. п. О тепловой резке было подробно рассказано в разделе пятом Справочника; здесь мы напомним только, что из всех видов тепловой резки лучше всего применять газозлектрическую резку благодаря ее универсальности, большей производительности и меньшего теплового воздействия на разрезаемый материал.

Пневматическая рубка применяется при подгонке деталей и для удаления припусков, если указанные работы по каким-либо причинам

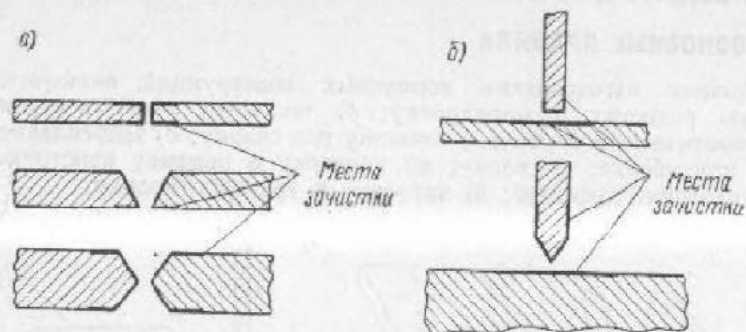


Рис. 84. Места зачистки кромок: а — для стыковых соединений; б — для тавровых соединений.

нельзя выполнить тепловой резкой или строжкой. Подробные данные о рубке приведены в разделе десятом Справочника; заметим, что при пневматической рубке углеродистых и легированных корпусных сталей, имеющих предел текучести до  $45 \text{ кг/мм}^2$ , ширина рубки должна быть 10—12 мм, а глубина 3—5 мм.

Зачистка под сварку кромок деталей до чистого металла от окислы, ржавчины, краски, влаги и масла производится непосредственно перед сборкой (исключение составляют детали из малоуглеродистых и низколегированных сталей, очищенные и запассивированные так, что места, подлежащие сварке, остались незагрязненными).

На рис. 84 показаны места зачистки кромок. Размеры зачищаемой поверхности стыкуемых и притыкаемых кромок должны составлять:

для стыковых соединений — половину ширины шва плюс 5—10 мм; при подготовке кромок под автоматическую вертикальную сварку с принудительным формированием — 50 мм;

для тавровых соединений у вертикальных кромок — величину катета шва плюс 5—10 мм; у горизонтальных поверхностей — сумму толщины стенки и катетов шва плюс 5—10 мм.

Закрепление деталей при сборке под сварку выполняется при помощи жестких соединений (электроприхваток) или эластичных креплений (гребенок, струбцин, талрепов, магнитных и пневматических прижимов и пр.). Наиболее универсальными являются электроприхватки и сборочные гребенки (об остальных сборочных приспособ-

лениях будет рассказано ниже, в связи с конкретными сборочными операциями).

Расположение, размер и количество электроприхваток и гребенок обусловлены размерами закрепляемой детали или узла; постановку электроприхваток, а также приварку гребенок следует производить электродами той же марки, что и сварку самих конструкций корпуса. При этом нельзя допускать подрезов, прожогов, трещин и незаделанных кратеров. Некачественные электроприхватки необходимо обязательно вырубить пневматическим молотком или удалить воздушнодуговой строжкой с последующей зачисткой зубилом и стальной щеткой (либо лаждачным кругом). Размеры электроприхваток и расстояние между ними указаны в табл. 38.

Таблица 38

Характеристики электроприхваток

Характеристики	Толщина свариваемых листов, мм				
	до 4	4—10	11—15	16—25	более 25
Длина электроприхваток, мм	10—15	20—25	30—35	35—40	40—50
Расстояние между электроприхватками, мм	200	250	250—300	350—400	400—450
Калибр электроприхваток при сварке тавровых соединений, мм	3	4	5	6	6

Примечание. По концам стыкуемых листов ставить по 2—3 усиленных электроприхватки длиной 50—70 мм при расстоянии между ними 100—150 мм.

Рекомендуется ставить электроприхватки со стороны, противоположной той, с которой предполагается начать сварку соединения; при этом для особенно деформирующихся при сварке тонколистовых полотноц и тавровых соединений электроприхватки лучше устанавливать от середины соединений к концам.

Гребенки (рис. 85) применяют для эластичного закрепления деталей при сварке корня шва методом «дуга в дугу» и для уменьшения местных деформаций в районе сварных соединений, поскольку гребенки дают большую относительную свободу перемещению металла в зоне сварки.

На рис. 85, а показана гребенка для сборки прямолинейных стыковых соединений; на рис. 85, б — криволинейных стыковых соединений (устанавливается с вогнутой стороны); на рис. 85, в — для сборки тавровых соединений.

Толщина гребенок должна примерно равняться толщине собираемых листов, однако она должна быть не более 16 мм. Расстояние между гребенками такое же, как и между электроприхватками (см. табл. 38).

Приваривают гребенки односторонними швами со следующими катетами, мм:

При толщине свариваемых деталей:

до 5 мм . . . . .	3
6—10 мм . . . . .	4
11—15 » . . . . .	5
свыше 15 мм . . . . .	6

Гребенки устанавливают:

при сварке корня шва методом «дуга в дугу» — параллельно друг другу и под углом 45° к оси шва;

в остальных случаях — перпендикулярно оси шва.

Проверка и приемка конструкций после сборки и сварки. Методика и объем проверок, а также величина допускаемых отклонений должны соответствовать Типовым технологическим инструкциям на проверку и приемку сварных узлов, секций корпуса

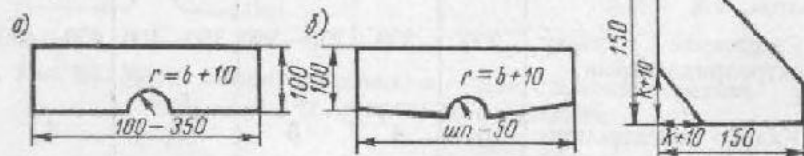


Рис. 85. Гребенки для эластичного закрепления соединяемых деталей: а — прямолинейные; б — криволинейные; в — угловые. шп — шпация; b — ширина шва; К — катет шва.

и сварных корпусов надводных судов, имеющимся на заводе. Проверяют комплектность конструкции, ее габариты, качество сварки и степень деформации после сварки.

Исправление дефектов сборки и сварки производится по специальной инструкции или по технологическому процессу, разработанному технологическим бюро (отделом) завода.

Для кантовки узлов и секций в процессе их изготовления и транспортировки их после готовности часто требуется приварка временных креплений в виде рымов и т. п. Схема кантовки и транспортировки, количество, тип рымов и места их приварки определяют расчетом и указывают в технологических картах. Транспортировку секций и блоков секций следует производить на специальных тележках, транспортерах или посредством кранов (см. одиннадцатый раздел Справочника).

Важным моментом в работе сборочно-сварочного, а также стального цеха является правильная организация и четкая деятельность двух промежуточных складов:

1) склада готовых деталей, поступающих из корпусообрабатывающего цеха на сборку узлов и секций. (Все детали должны храниться

на складе комплектно, в объеме данного узла или секции, на специально отведенных площадях.);

2) склада готовых узлов, секций, а также деталей, поступающих на стапель россыпью. (Этот склад оборудуется обычно вблизи построечных мест, в радиусе действия стапельных кранов.)

#### § 41. СБОРКА ТАВРОВЫХ БАЛОК. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ СБОРКИ И СВАРКИ

Общие правила сборки и сварки узлов (в том числе и тавровых балок).

1. Сборку и сварку следует вести в специальных приспособлениях, обеспечивающих установку и закрепление деталей с помощью различных фиксирующих и прижимных устройств.

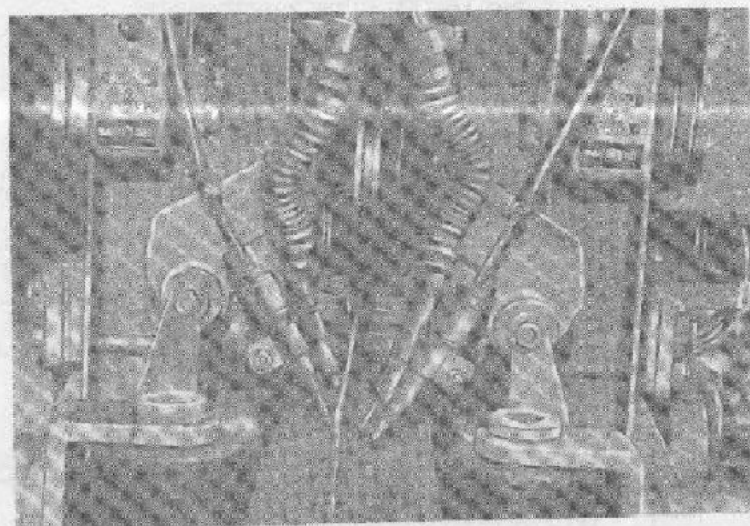


Рис. 86. Станок СТС-2М для сборки и сварки Тавровых балок.

2. Во всех случаях необходимо предусматривать профилактические мероприятия по предотвращению сварочных деформаций.

3. Стенки балок делают по специальным плазовым шаблонам или эскизам, учитывающим предварительный обратный выгиб балок.

С учетом этих правил сборку и сварку тавровых балок можно вести на станке СТС-2М (рис. 86), применение которого исключает предварительную сборку и приварку заготовок (полок и стенок тавров) и обеспечивает автоматическую сварку прямолинейных и криволинейных тавров со следующими размерами. Стенка: высота 200—1000 мм, толщина 8—16 мм; полка: ширина 100—250 мм, толщина 8—16 мм.

На рис. 87 показана принципиальная схема станка. Полку тавра укладывают на опорные ролики (один из них — приводной) и центри-



руют посредством центрирующих роликов. Стенку устанавливают на полку, также центрируют и прижимают к полке нажимным роликом. Затем включают привод станка, и узел начинает двигаться (как изображено на рисунке) справа налево; после этого включают сварочные

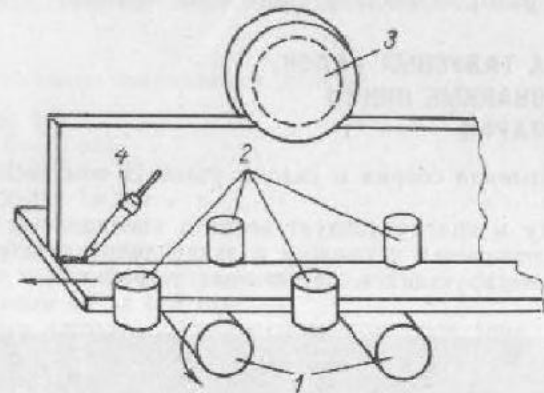


Рис. 87. Принципиальная схема станка СТС-2М.

1 — опорные ролики; 2 — центрирующие ролики; 3 — нажимный ролик; 4 — сварочная головка.

головки и подачу флюса: происходит автоматическая сварка тавра. На изготовление тавровой балки длиной 5 м требуется всего 15—20 мин.

Разработана комплексно-механизированная линия сборки и сварки тавровых балок (рис. 88), на которой механизированы основные (технологические) операции на станке СТС-2М, а также вспомогательные

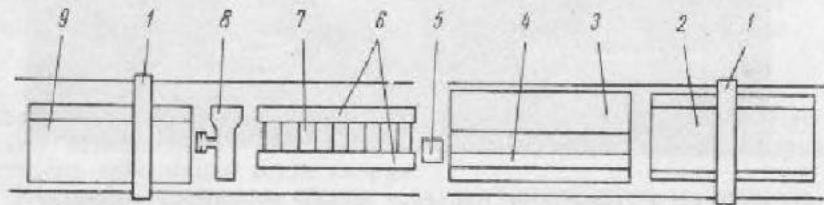


Рис. 88. Комплексно-механизированная линия сборки и сварки тавровых балок.

1 — погрузчик; 2 — комплекточная площадка; 3 — стенд для сварки стыков полок и стенок; 4 — ролик; 5 — станок СТС-2М; 6 — ролик; 7 — накопитель; 8 — станок для правки тавров; 9 — комплекточная площадка.

(подъемно-транспортные) операции по подаче и установке заготовок и передаче изготовленных балок на площадку комплектации готовых изделий.

Полки и стенки тавров укладывают пачками на комплекточную площадку, откуда их при помощи погрузчика с электромагнитами подают (по необходимости) на стенд для сварки стыков полок и стенок, а затем по ролям в станок для сборки и сварки балок. Далее стоят два роля и между ними накопитель для собранных и сваренных

балок. По ролям балки попадают в ступок типа «Бульдозер» для правки.

Комплектовочная площадка готовых тавров имеет свой ролик для приема тавров после правки и свой погрузчик для снятия готовых балок с роля и укладки их на площадку.

#### Характеристика линии

Размеры собираемых тавров, мм:	
длина	1500—10 000
высота	150—750
ширина	100—250
Габариты линии, м:	
длина	50
ширина	8,5
высота	5,0
Скорость сварки тавров, м/час	30
» передвижения погрузчиков, м/мин	6

При отсутствии станка СТС-2М сборку и сварку тавровых балок следует вести в каком-нибудь специальном приспособлении, обеспечивающем требуемую точность и удобство при сборке и сварке. Одно из таких приспособлений показано на рис. 89.

На сборочную площадку устанавливают фундаментные балки, на которых закреплены винтовые прижимы (величина закладного штыря

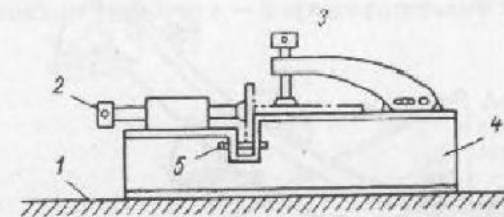


Рис. 89. Приспособление для сборки тавровых балок.

1 — плата; 2 и 3 — винтовые прижимы; 4 — фундаментные балки; 5 — закладной штырь.

зависит от размера полки тавра). Расстановка и закрепление балок на площадке зависит от размеров и формы собираемых тавров (рис. 90 и 91). Сначала в приспособление нужно уложить стенку тавра и обжать ее винтовым прижимом; затем уложить полку и также обжать ее винтовым прижимом. После постановки электроприхваток тавровую балку вынимают из приспособления и передают на сварку.

Другое приспособление — кондуктор для сборки тавровых балок — представлено на рис. 92. Кондуктор высотой до 400 мм имеет откидную щеку, которая позволяет вложить в кондуктор полку и стенку тавра; затем щеку поворачивают и с помощью рычага обжимают собранную банку для постановки электроприхваток.

Допускается производить сборку и сварку тавровых балок также на обычных сборочных площадках и стендах, однако при этом следует принимать меры для уменьшения поперечного излома полок.



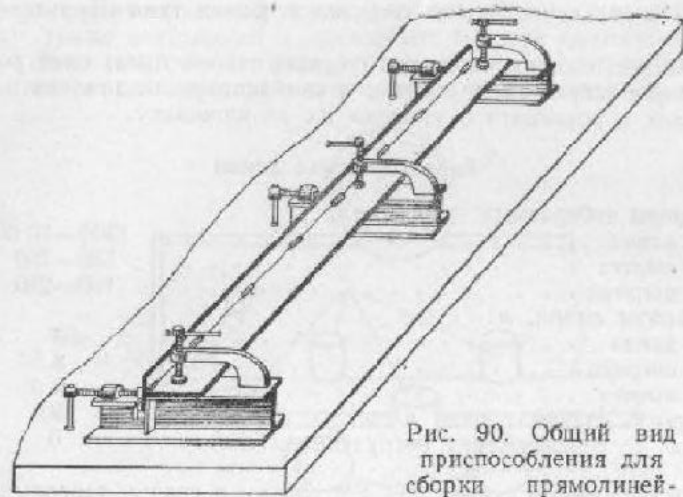


Рис. 90. Общий вид приспособления для сборки прямолинейных тавров.

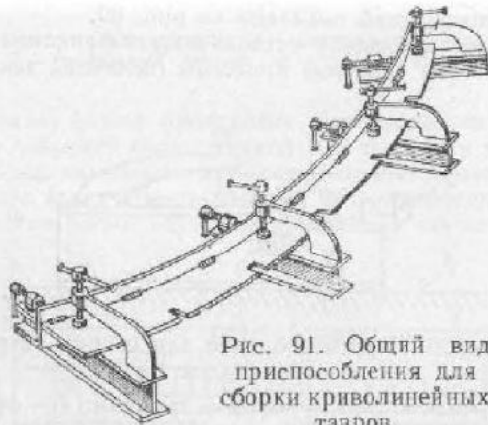


Рис. 91. Общий вид приспособления для сборки криволинейных тавров.

Рис. 92. Кондуктор для сборки тавровых балок.

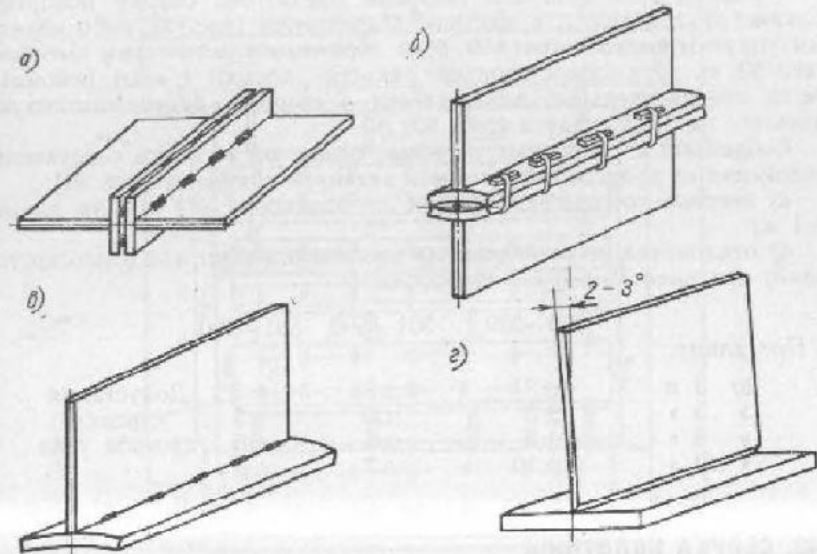
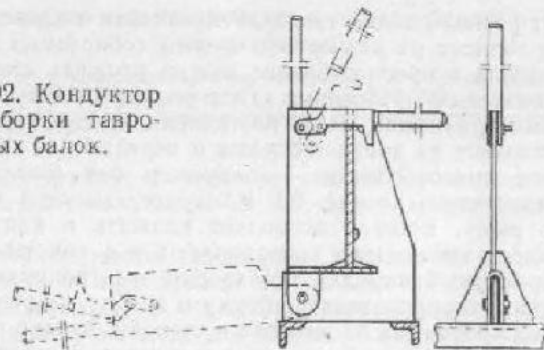


Рис. 93. Способы сборки тавровых балок вручную: а — попарно в жестком закреплении; б — с обратным упругим выгибом; в — с обратным пластическим выгибом; г — с предварительным завалом стенки.

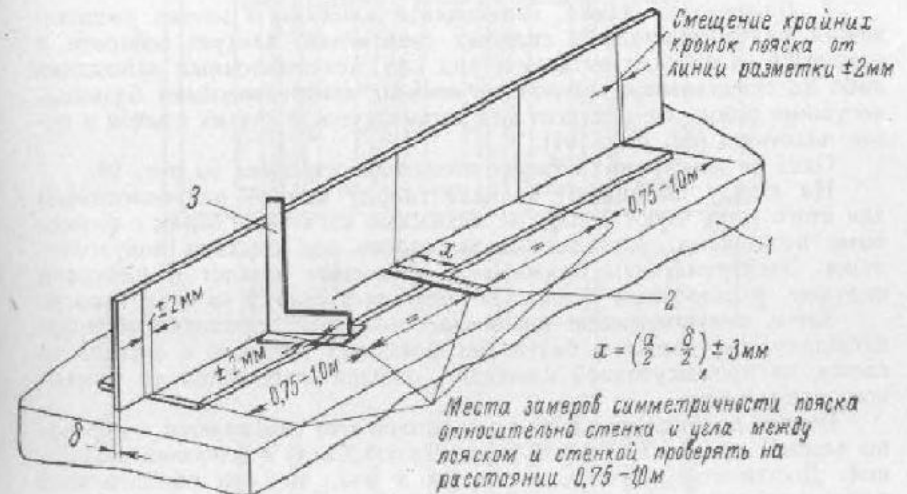


Рис. 94. Замеры отклонений при сборке тавровых балок. 1 — плита; 2 — линейка; 3 — угольник.

Рекомендуется собирать тавровые балки под сварку попарно, полками друг к другу, в жестком закреплении (рис. 93, а); с обратным упругим выгибом (рис. 93, б); с обратным пластическим выгибом (рис. 93, в). При односторонней разделке кромки стенки рекомендуется предварительный завал стенки в сторону, противоположную разделке, на 2—3 градуса (рис. 93, г).

Собранные и сваренные тавровые балки могут иметь следующие отклонения от прямолинейности или заданной кривизны (рис. 94):

а) местные отклонения кромок от плоскости  $\pm 2$  мм на длине до 1 м;

б) отклонения по всей длине (в плоскости стенки или в плоскости полки) при высоте профиля тавра, мм:

При длине:	200—300	301—500	501—800	
до 3 м	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 2$	Допустимая стрелка прогиба узла
» 5 »	$\pm 5$	$\pm 3$	$\pm 3$	
» 8 »	$\pm 8$	$\pm 5$	$\pm 3$	
» 10 »	$\pm 10$	$\pm 7$	$\pm 5$	

## § 42. СБОРКА ПОЛОТНИЩ. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ СБОРКИ И СВАРКИ

Общие правила сборки и сварки полотнищ плоскостных секций.

1. Полотнища секций, являющиеся плоскими в местах расположения внутрисекционных сварных соединений, следует собирать и сваривать на плоских металлических или железобетонных площадках либо на специальных магнитных стендах с передвижными балками, несущими флюсовые подушки для автоматической сварки стыков и пазов полотнищ (см. рис. 101).

Одна из конструкций такого стенда представлена на рис. 95.

На стенде выполняют сначала сварку стыков полуполотнища; для этого используют четыре передвижные магнитные балки с флюсовыми подушками, устанавливаемые строго под стыками полуполотнища. Электромагниты прижимают стыкуемые кромки к флюсовой подушке, и сварочный автомат осуществляет сварку за один проход.

Затем полуполотнище перемещается вправо, проходит опорную площадку, передвижные балки без флюсовых подушек и останавливается на промежуточной площадке, ожидая стыкования со вторым полуполотнищем.

Второе полуполотнище (по его готовности) сваривается с первым по пазовой кромке на правой передвижной балке с флюсовой подушкой. Достоинство магнитных стендов в том, что они обеспечивают плотное обжатие листов и уменьшают общие и местные деформации полотнищ от сварки.

2. Полотнища криволинейных секций, имеющие стрелку прогиба в одном направлении не более  $1/50$  ширины полотнища, также необходимо собирать и сваривать на плоских площадках и стендах. Требуемую небольшую погибь получают путем обжатия по набору или по постели при сборке секции.

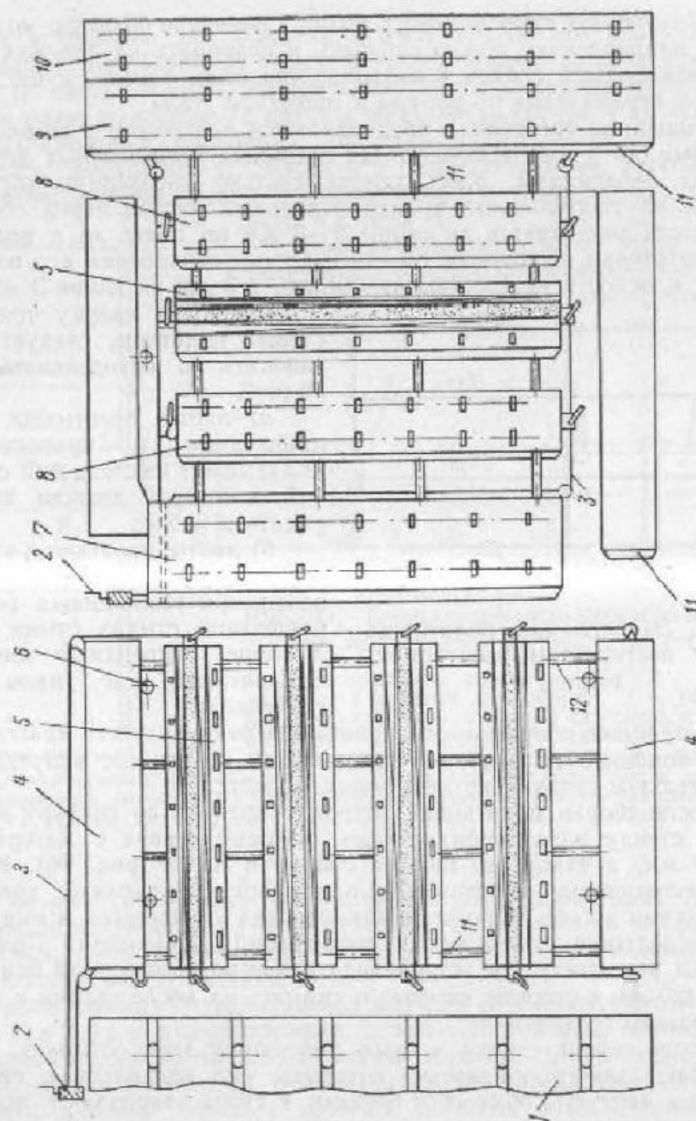


Рис. 95. Магнитный стенд для автоматической сварки полотнищ.

1 — сборочная площадка; 2 — лебедка; 3 — трос; 4 — опорные площадки; 5 — передвижные магнитные балки с флюсовыми подушками; 6 — ролики; 7 — опорная площадка с роликами; 8 — передвижная балка без флюсовой подушки; 9 — промежуточная площадка; 10 — наклонная площадка; 11 — наклонные козлы; 12 — рельсы для перемещения балок.

3. Плотнища криволинейных секций, имеющие большую кривизну в одном направлении, можно собирать и сваривать на плоских стендах с последующей гибкой в вальцах; при этом, однако, существуют некоторые ограничения по маркам и толщинам стали.

Повышенные требования предъявляются при сборке и сварке тонколистовых (до 6 мм) полотнищ для получения минимальных местных сварочных деформаций. Здесь предварительно необходимо обратить внимание на тщательность правки отдельных листов перед сборкой (волнистость допускается не выше 2—3 мм на 1 пог. м) и тщательность подготовки сборочного стенда (местные отклонения его поверхности от плоскости не должны превышать  $\pm 3$  мм на длине 3 м).

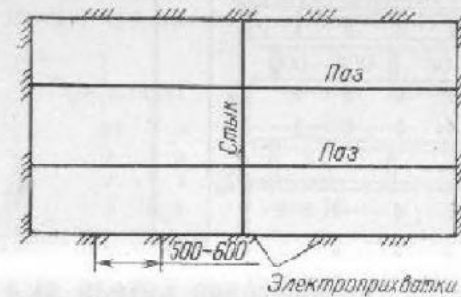


Рис. 96. Закрепление полотнища к стенду посредством электроприхваток.

а) листы полотнища, выправленные и проверенные, укладывают на стенд той стороной, к которой должен привариваться набор;

б) листы полотнища крепят друг к другу электроприхватками; при разнесенных (несовмещенных) стыках стыки в полотнище закрепляют электроприхватками, а пазы — на гребенках;

в) в процессе сборки листы полотнища рекомендуется «разглаживать» с помощью грузов или специальных прижимов; запрещается принудительное стягивание стыкуемых кромок;

г) после сборки полотнище нужно прикрепить по контуру к сборочному стенду электроприхватками, которые ставят с интервалом 500—600 мм, а также по концам стыков и пазов (рис. 96). Кроме того, тонколистовые конструкции при сварке закрепляют прижимными балками по обе стороны соединения для уменьшения и выравнивания по толщине пластических деформаций укорочения. Прижимные балки рекомендуется устанавливать в непосредственной близости от швов (20 мм в сторону от шва) и снимать их после сварки и остывания данного соединения;

д) после сварки стыков и пазов полотнищу дают остынуть, а затем срубают электроприхватки, которыми оно крепилось к стенду. Полотнище кантуют, обжимают грузами и снова закрепляют по контуру электроприхватками для подварки стыков и пазов полотнища.

Сборка и сварка плоских полотнищ толщиной от 6 мм и выше проводится в той же последовательности, только без жесткого закрепления полотнищ по контуру. Толстолистовые полотнища рекомендуется закреплять по контуру с помощью эластичных креплений, имеющихся на данном участке.

Разработаны комплексно-механизированные линии изготовления плоских полотнищ. Одна такая линия показана на рис. 97. На ней можно производить сборку и сварку полотнищ стыкуемых листов толщиной от 4 до 18 мм. Линия включает четыре позиции.

На первой позиции — площадки для приема, раскладки и комплектации листовых деталей, листоукладчик, стенд для сборки полот-

ниц и устройство для обжатия кромок листов под сварку. Листы укладывают на сборочном стенде в упор к имеющимся на нем фиксаторам по двум кромкам; последующие листы укладывают по пазовой кромке ранее выложенного листа и фиксаторам стенда. Разглаживание пазовых кромок и обжатие их (под ручную электроприхватку) осуществляется самоходным устройством с гидropriжимами; собранное полотнище передается с помощью цепного транспортера, встроеного в стенд.

Вторая позиция имеет стенд из передвижных балок с флюсовыми подушками, а также самоходные агрегаты с установлен-

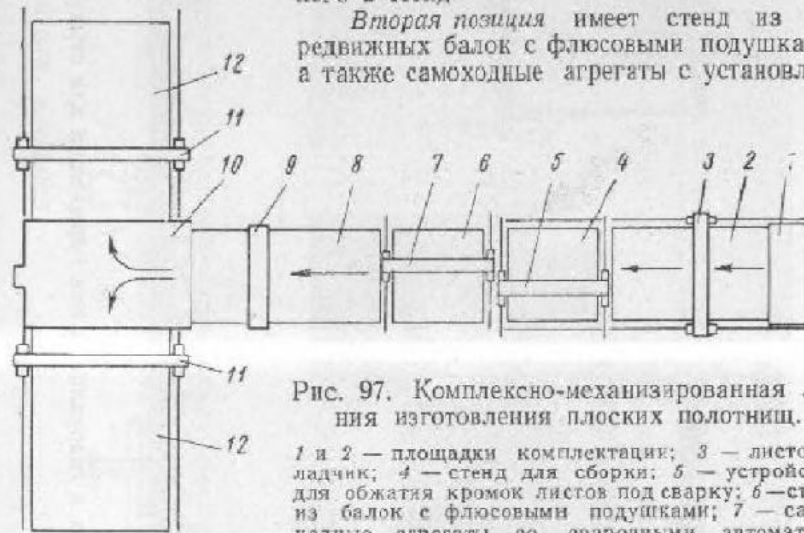


Рис. 97. Комплексно-механизированная линия изготовления плоских полотнищ.

1 и 2 — площадки комплектации; 3 — листоукладчик; 4 — стенд для сборки; 5 — устройство для обжатия кромок листов под сварку; 6 — стенд из балок с флюсовыми подушками; 7 — самоходные агрегаты со сварочными автоматами и гидравлическими прижимами; 8 — стенд для сварки стыков полотнищ; 9 — сварочный автомат; 10 — кантователь полотнищ; 11 — сварочные агрегаты; 12 — стенд для автоматической подварки пазов и стыков полотнищ.

ными на них сварочными автоматами и гидropriжимами (рис. 98). Кромки при помощи гидроцилиндров прижимаются к флюсовым подушкам, снизу поджигается флюс и выполняется автоматическая сварка пазов между листами.

Третья позиция предназначена для сборки и сварки стыков полотнищ. Первое полуполотнище, сваренное по пазам, цепным транспортером подается на стенд таким образом, чтобы задняя (стыковая) кромка полотнища попала под резак газорезательного полуавтомата, который обрезает припуск по стыкуемой кромке полуполотнища.

Второе полуполотнище подают на стенд до совмещения его передней стыковой кромки с резаком, который обрезает припуск и по этой кромке. Затем второе полуполотнище подвигается к кромке первого, включаются гидropriжимы и производится прихватка; включается сварочный автомат и выполняется сварка стыка.

Четвертая позиция включает механизированный кантователь полотнищ, сварочные агрегаты и стенды для автоматической подварки пазов и стыков полотнищ.

В течение ряда лет успешно эксплуатируется комплексно-механизированная линия сборки и сварки полотнищ (рис. 99), имеющая следующие технические характеристики:



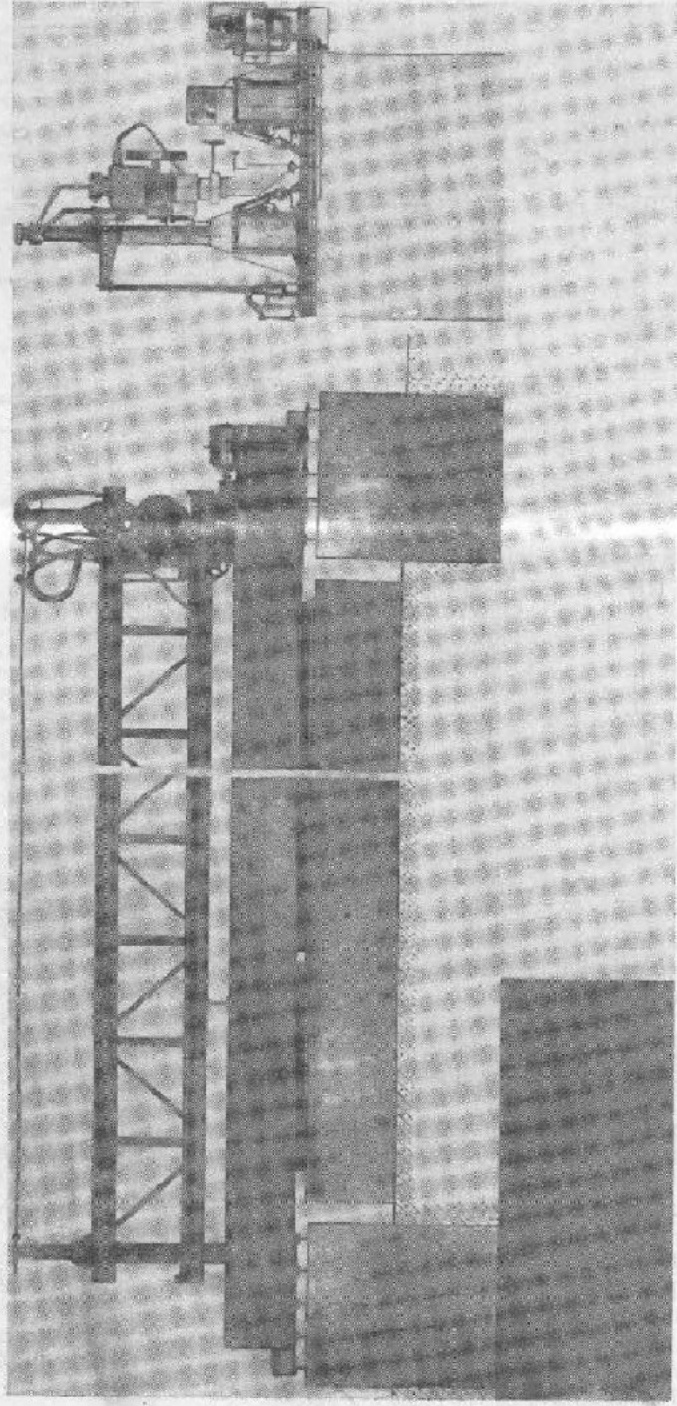


Рис. 98. Самоходный агрегат со сварочными автоматами и гидравлическими прижимами для стыкуемых кромок.

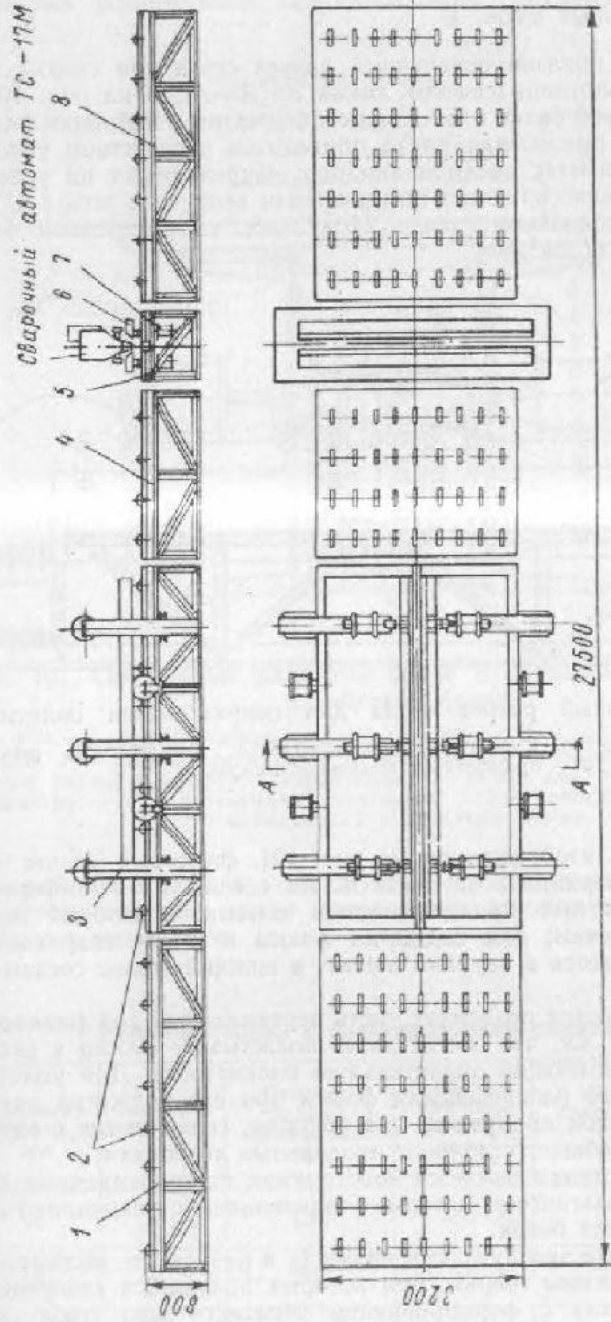


Рис. 99. Комплексно-механизированная линия сборки и сварки полотнищ.

1 — сборочный стол; 2 — ролик; 3 — стол для сварки назов полотнищ; 4 — промежуточный стол; 5 — флюсовая балка для сварки стыков полотнищ; 6 — прижимные плиты; 7 — пневмоцилиндры; 8 — стол готовых полотнищ.

Толщина свариваемых листов, мм	3—12
Длина продольных швов, м	7
» поперечных швов, м	3

На рис. 100 показан поперечный разрез стола для сварки продольных швов полотнищ (сечение линии по А—А), а на рис. 101 — сечение по флюсовой балке с механизмом поджатия и вибрации флюса.

На рис. 100 прижимная плита приводится посредством угловых рычагов от прижимных пневмоцилиндров, закрепленных на угловых кронштейнах. Усилие прижима при давлении воздуха в сети  $4 \text{ кг/см}^2$  составляет на продольном стенде  $24 \text{ кг/см}^2$ , на поперечной балке в районе шва  $12 \text{ кг/см}^2$ .

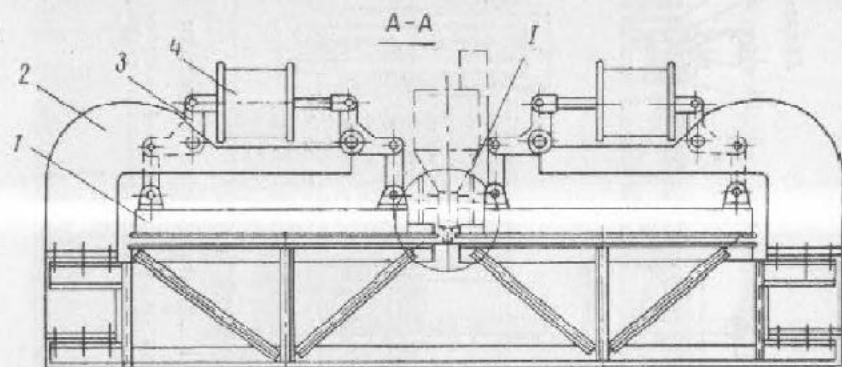


Рис. 100. Поперечный разрез стола для сварки пазов полотнищ.  
1 — прижимная плита; 2 — угловые кронштейны; 3 — угловые рычаги; 4 — прижимные пневмоцилиндры.

В положении, изображенном на рис. 101, флюсовый мешок опущен, потому что верхний воздушный шланг соединен с атмосферой и сплюснут рамками при помощи нижнего шланга, в который подан воздух под давлением; для поджатия флюса к стыку свариваемых листов воздух подается в верхний шланг, а нижний шланг соединяют с атмосферой.

Такая конструкция позволяет иметь вертикальный код флюсового мешка порядка 50 мм, что обеспечивает поджимание флюса к свариваемым кромкам, имеющим значительную волнистость. Для уплотнения и равномерного распределения флюса при его поджатии сквозь весь флюсовый мешок пропущены два стержня, соединенные с вибратором, который сообщает стержням продольные колебания.

Особенностью линии является конструкция подпружиненных дисковых роликов (рольгангов), которые устанавливаются заподлицо при действии прижимных балок.

На основе опыта эксплуатации линии (и в результате экспериментов) подобраны режимы сварки, при которых получается стопроцентный провар металла с формированием обратного шва (табл. 39). При этом для толщины 8—10 мм хорошие результаты получаются при сварке листов, собранных с постоянным зазором.

Иногда сборку полотнища производят на обыкновенном металлическом стенде или площадке, не оборудованной специальными прижимными устройствами для совмещения стыкуемых кромок листов

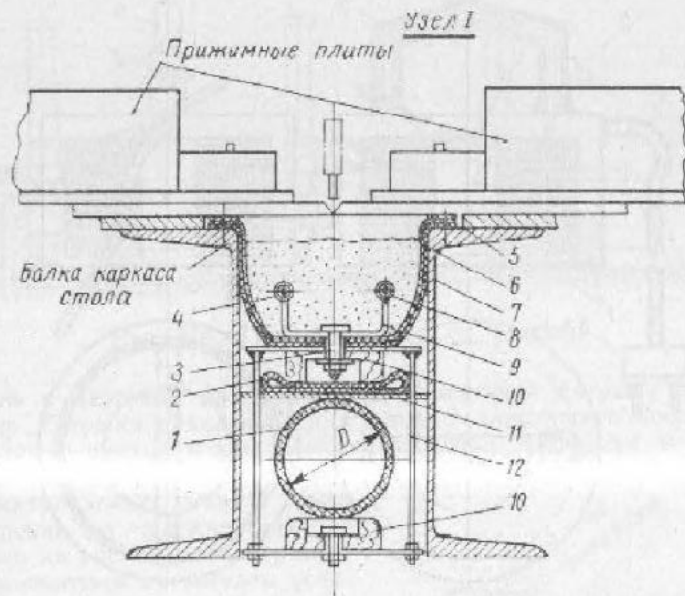


Рис. 101. Сечение по флюсовой балке с механизмом для поджатия и вибрации флюса.

1 и 2 — верхний и нижний воздушный шланги; 3 — стяжной болт; 4 — проушина; 5 — полоса стальная; 6 — брезентовый флюсовый мешок; 7 — асбестовая ткань; 8 — пружок вибратора; 9 — скоба для поддержания прутков вибратора; 10 — деревянная накладка; 11 — неподвижная перегородка каркаса; 12 — шпилька рамки.

в одной плоскости; в этих случаях для выравнивания кромок перед электроприхваткой можно использовать электромагниты — переставляемые и перевозимые.

Таблица 39

Режимы сварки с формированием обратного шва

Толщина листов, мм	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи проволоки, м/ч	Напряжение сварочного тока, в	Сила сварочного тока, а	Оптимальный зазор, мм
4	21,5	190	35	190	0—1
6	37,5	205	35	240	0—2
10	19,5	306	35	300	4—6

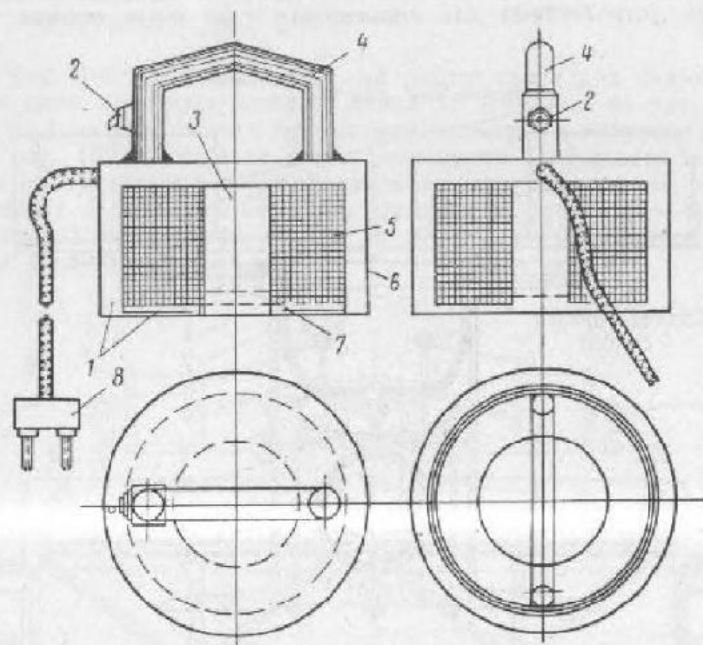


Рис. 102. Электромагнитный сборочно-сварочный прижим.

1 — корпус; 2 — выключатель; 3 — стержень; 4 — ручка; 5 — катушка электромагнита; 6 — наружная стенка; 7 — гайка; 8 — штепсельная вилка.

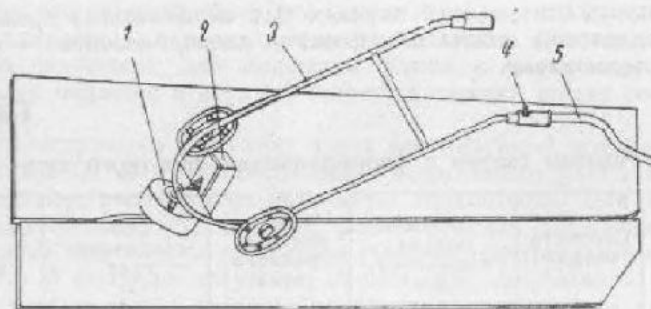


Рис. 103. Сборочно-сварочный прижим на тележке.

1 — электромагнит; 2 — магнитный пускатель; 3 — двухколесная тележка; 4 — контакт; 5 — провод.

На рис. 102 показан электромагнитный сборочно-сварочный прижим в разрезе. Корпус прижима выполнен из стали Ст.3; внешним полюсом прижима служит наружная стенка, а внутренним полюсом —

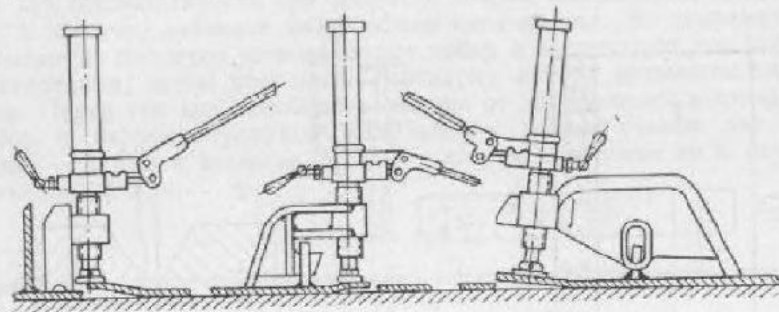


Рис. 104. Гидроприжимы со скобой.

стержень с нарезкой для гайки, удерживающей катушку электромагнита. Катушка подключается к цеховой электросети посредством штепсельной вилки; концы обмотки катушки подведены к выключателю.

Электромагнит может быть смонтирован на тележке, как это показано на рис. 103. Электромагнит с магнитным пускателем уста-



Рис. 105. Проверка прямолинейности кромок листов и несовпадения кромок в одной плоскости.

новлен на двухколесной тележке и подключается с помощью контакта к сварочной машине посредством провода. Тяговое усилие, развиваемое электромагнитом — до 1000 кг.

Для совмещения в одной плоскости стыкуемых кромок более толстых листов может быть использовано устройство, состоящее из гидроприжима со скобой (рис. 104). Скобу крепят к обуви, временно привариваемому к одному из стыкуемых листов. Затем к вы-



равниваемой кромке подводят прижим и подают давление в гидроцилиндр с помощью рукоятки насоса; усилие прижима — 5 т, вес устройства в сборе — до 6 кг.

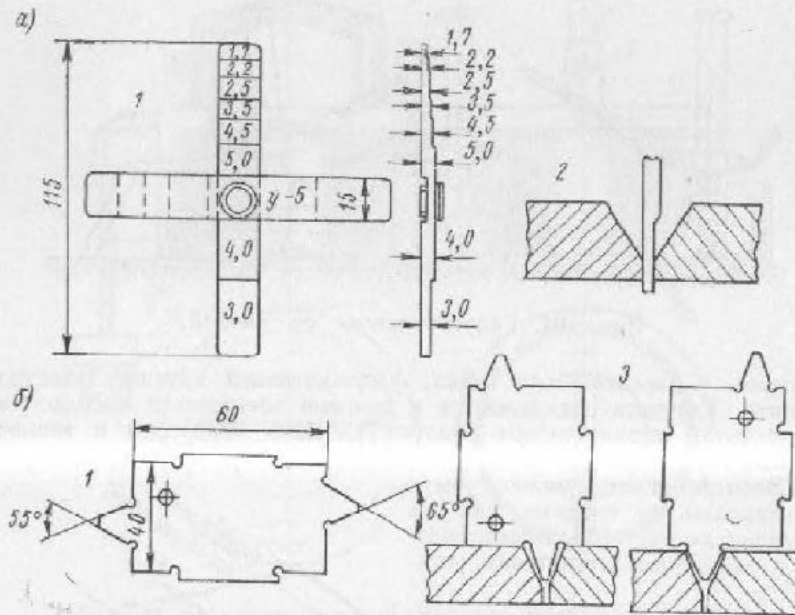


Рис. 106. Шаблоны для проверки зазоров и углов разделки: а — шаблон-цип для измерения зазоров; б — предельный шаблон для проверки угла разделки кромок.

1 — общий вид; 2 — замер зазора по стыку; 3 — проверка угла разделки.

Недостаток устройства — необходимость приварки и удаления временных обухов.

На рис. 105 и 106 показаны проверочные работы при сборке полотнищ.

#### § 43. СБОРКА И СВАРКА ПЛОСКОСТНЫХ СЕКЦИЙ. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ

**Общие правила.** 1. Сборку и сварку секций необходимо выполнять из отдельных, заранее изготовленных узлов и подсекций.

2. Рекомендуются следующие способы крепления набора с полотнищем:

а) если длина секции больше, чем ширина, и число поперечных связей больше, чем продольных, поперечный набор с полотнищем следует закреплять электроприхватками, а продольный — эластично;

б) если ширина секции больше, чем длина, а число продольных связей больше, чем поперечных, продольный набор с полотнищем следует закреплять электроприхватками, а поперечный — эластично.

3. При большом количестве однотипных секций или подсекций изготовление их рекомендуется производить поточным методом с максимальной механизацией основных и вспомогательных операций.

Последовательность при сборке и сварке плоскостных секций:

1. Секции, имеющие набор одного направления. На сваренное полотнище по разметке устанавливают набор и закрепляют его электроприхватками; затем производят приварку набора автоматом «напроход». Перед тем как освободить секцию от закреплений к стенду, на набор в перпендикулярном направлении устанавливают две «рыбины» — ближе к кромкам секции — для раскрепления ее и удобства транспортировки.

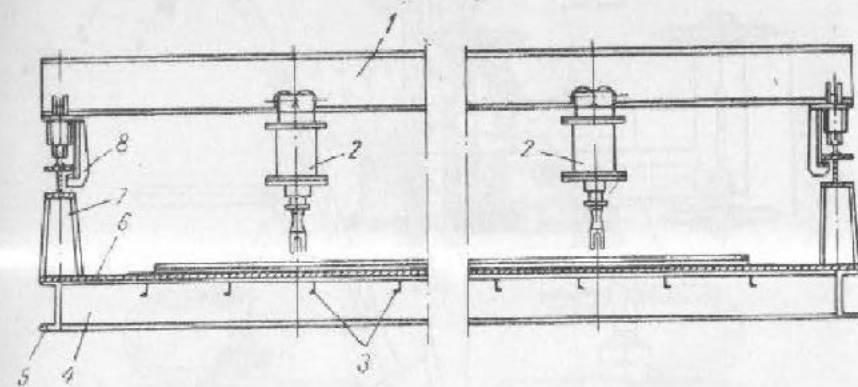


Рис. 107. Прижимной стенд для сборки плоскостных секций.

1 — балка; 2 — пневмоприжимы; 3 — ребра жесткости; 4 — металлическая рама; 5 — балки; 6 — настил стенда; 7 — тумбы-фундаменты; 8 — захваты.

2. Секции, имеющие продольно-поперечный набор:

а) на сваренном полотнище размечают места приварки набора;

б) устанавливают и приваривают к полотнищу (автоматом) набор главного направления (при продольной системе набора — продольные балки и ребра жесткости);

в) устанавливают перекрестный набор (при продольной системе — поперечные балки);

г) сваривают между собой набор главного направления и перекрестный;

д) приваривают к полотнищу полуавтоматом оставшийся недоваренный набор главного направления и перекрестный набор.

На рис. 107 показана конструкция прижимного стенда, используемого при сборке плоскостных секций. Балка коробчатого сечения перемещается по рельсам на катках. На нижней горизонтальной полке балки передвигаются пневмоприжимы. На опорах балки имеются специальные захваты, посредством которых можно стопорить опоры на рельсах. Настил стенда уложен на жесткой металлической раме, внутри которой установлены балки и перпендикулярно к ним — ребра жесткости.

Тумбы — фундаменты по краям стенда — служат опорой для балок-рельсов.

Размеры настела соответствуют размерам плоскостных секций строящихся судов; допуск на негоризонтальность настела  $\pm 5$  мм (по углу), на бухтиноватость (между набором)  $\pm 1,5$  мм.

Сжатый воздух от магистрали по гибким шлангам подводится к каждому из пневмоцилиндров в отдельности. При давлении воздуха в магистрали  $5 \text{ кг/см}^2$  пневмоприжимы развивают усилия  $1500 \text{ кг/см}^2$ . На конце штока пневмоприжима установлены захваты различных типов для прижатия полособульбового набора к полотнищу, а также для установки набора под углом.

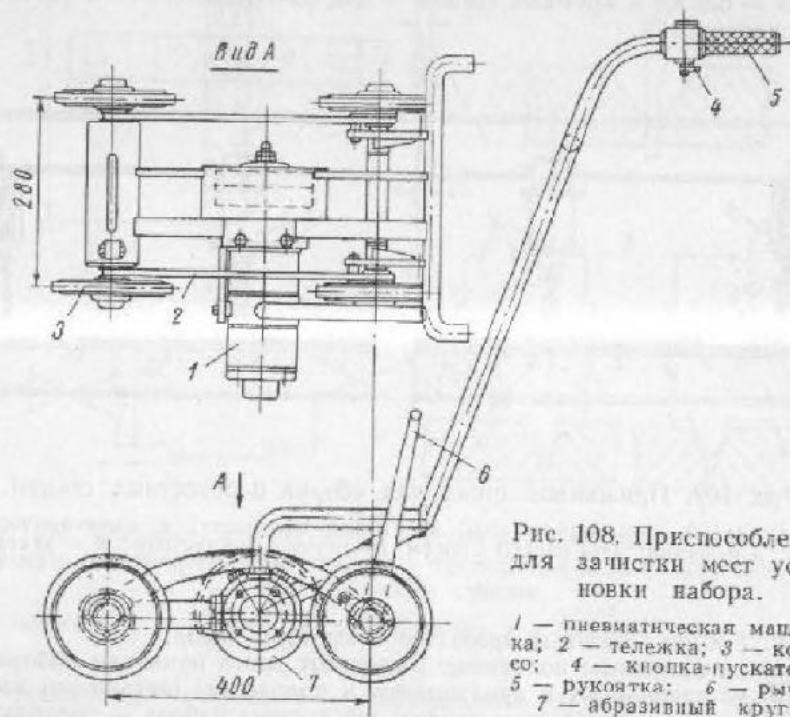


Рис. 108. Приспособление для зачистки мест установки набора.

1 — пневматическая машина; 2 — тележка; 3 — колесо; 4 — кнопка-пускатель; 5 — рукоятка; 6 — рычаг; 7 — абразивный круг.

Места установки балок набора на полотнища должны быть зачищены. Для этого используют приспособление в виде тележки на четырех колесах; на тележке имеется пневматическая машина с абразивным кругом, зачищающая на полотнище полосу шириной 20 мм за один проход (рис. 108).

Для прижима балок набора к полотнищу применяют пневмовакuumное приспособление, показанное на рис. 109. Приспособление состоит из трубчатой рамы, на которой шарнирно закреплены вакуумные присоски, воздух из-под которых откачивается при помощи шлангов. В верхней части рамы установлен пневмоцилиндр с поршнем и штоком, а также эжектор.

Распределительная панель имеет два пусковых крана, один из которых может подавать сжатый воздух в эжектор, а другой — через трубку в верхнюю полость пневмоцилиндра. Винт устанавливают на высоте прижимной балки и впускают сжатый воздух в эжектор, создающий разрежение в трубе рамы и под присосками; после присасыва-

ния присосок к полотнищу сжатый воздух подается в верхнюю полость пневмоцилиндра и шток с винтом, перемещаясь вниз, прижимает балку.

#### Техническая характеристика пневмовакuumного приспособления

Наибольшее усилие прижима (при давлении сжатого воздуха $5 \text{ кг/см}^2$ ), кг	950
Высота прижимных балок, мм	60—160
Габариты, мм	750×350×500
Вес, кг	24,5

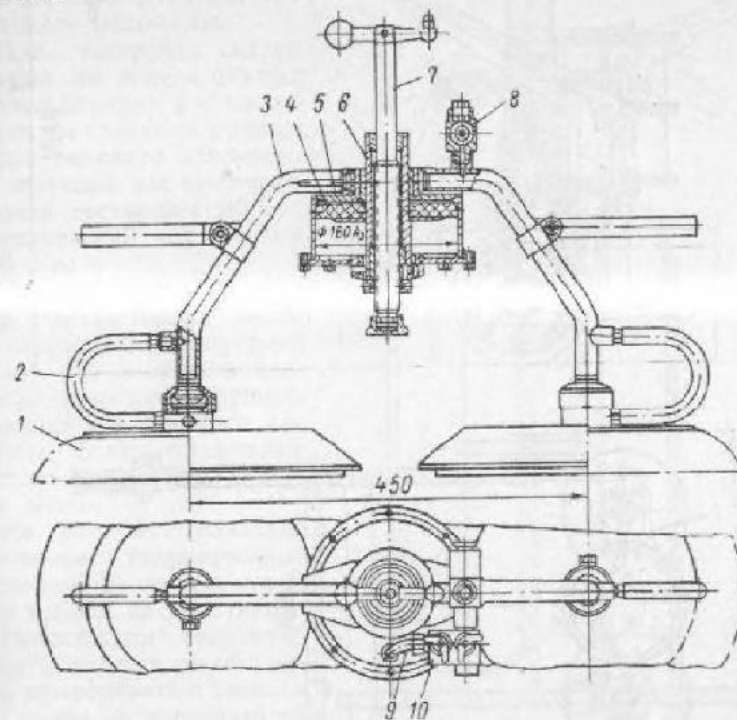


Рис. 109. Приспособление для прижимания набора к полотнищу.

1 — вакуумные присоски; 2 — шланг; 3 — рама; 4 — поршень цилиндра; 5 — пневматический цилиндр; 6 — шток; 7 — винт; 8, 10 — распределительные панели; 9 — трубка.

При установке более высокого набора можно применять пневмомангнитное приспособление (рис. 110). В корпусе приспособления смонтирован сдвоенный пневмоцилиндр, на штоке которого устанавливают сменные упоры в зависимости от высоты прижимаемого набора. Перед началом работы к штуцеру подключают шланг от сети сжатого воздуха, а к клеммнику — кабель от сварочной машины постоянного тока.

Для подачи сжатого воздуха в верхние полости сдвоенного пневмоцилиндра служит ручка с пусковым краном. Благодаря имеющемуся на верхней крышке пневмоцилиндра специальному пневмоэлектрическому выключателю, даже при небольшом повышении в цилиндре

сжатого воздуха включаются электромагниты, которые притягиваются к полотнищу; шток цилиндра, перемещаясь вниз, прижимает набор к полотнищу. Величина прижимного усилия устанавливается регулятором давления.

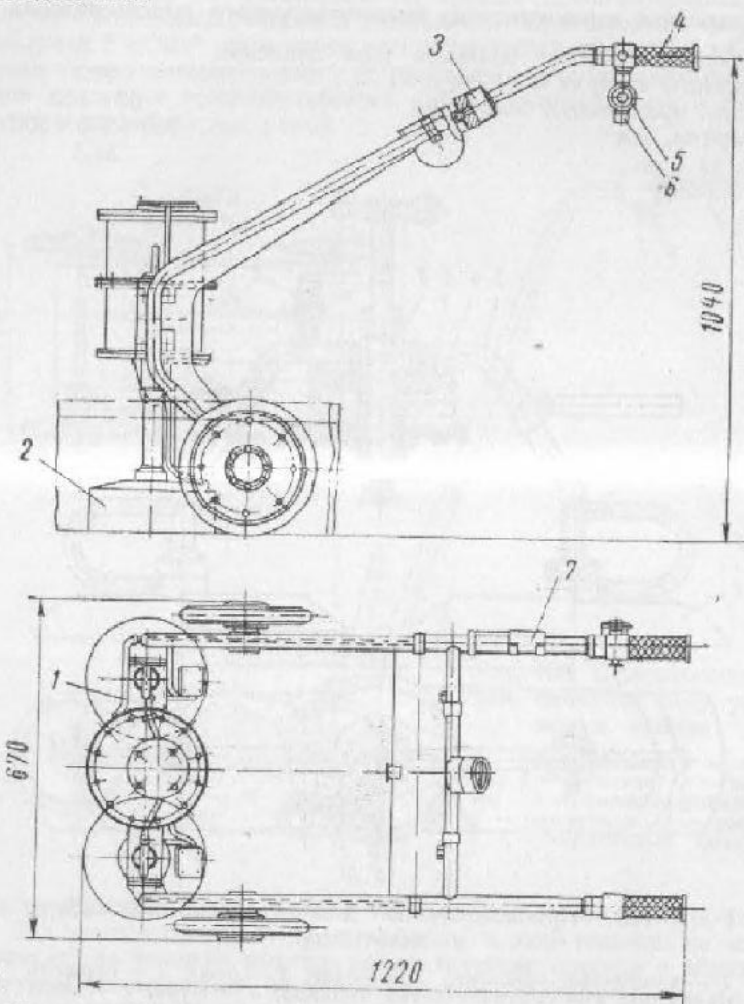


Рис. 110. Пневмоманнитное приспособление для прижима-ния набора к полотнищу.

1 — корпус; 2 — электромагниты; 3 — втулка; 4 — ручка с пусковым краном; 6 — регулятор давления; 6 — штуцер; 7 — клем-мик.

**Техническая характеристика пневмоманнитного приспособления**

Наибольшее усилие прижима (при давлении сжатого воздуха $5 \text{ кг/см}^2$ ), кг	2650
Высота прижимаемого набора, мм	60—240
Вес, кг	130

При установке набора на полотнища применяют также *гидроприжимы* (рис. 111), обеспечивающие прижимные усилия 5 и 10 т, в зависимости от особенностей собираемой конструкции. Эти прижимы состоят из П-образной скобы с запрессованной в нее втулкой и силового цилиндра с поршнем. Скоба в необходимом месте прихватывается к полотнищу, гидродомкрат производит обжатие набора и последний прихватывается к обшивке. Затем открывают перепускной клапан и под действием пружины поршень возвращается в исходное положение.

Для настройки пятки прижима по высоте служит винтовой домкрат, а прижимное усилие создается ручным насосом высокого давления. Установочный ход винтового домкрата составляет 80 мм, гидравлический ход поршня до 60 мм.

Прижатый к настилу набор прихватывают, после чего открывают перепускной клапан: под действием возвратной пружины поршень поднимается в исходное положение. Скобу отламывают и устанавливают на следующее место.

На рис. 112 показано применение гидроприжима с усилием 10 т при установке набора на полотнища.

Недостатком гидроприжимов является необходимость приваривать и отламывать скобы с последующей зачисткой мест приварки. Поэтому для обжатия набора плоскостных секций можно применять *гидродомкраты в сочетании с вакуумными присосами*, причем в качестве вакуумной станции может быть использована та же установка, которая применяется на судостроительных заводах для пневмовакuumных грузозахватных приспособлений (см. раздел одиннадцатый Справочника).

В судостроительной практике достигнуты следующие усилия прижима, создаваемые гидродомкратом до отрыва вакуумных присосов:

при размере присосов по контуру $350 \times 280 \text{ мм}$	900 кг
» диаметре присосов 400 мм	1300 »

Скоба для прижатия набора к полотнищам показана на рис. 113. К корпусу скобы, состоящему из ребра с двумя поясками и планки,

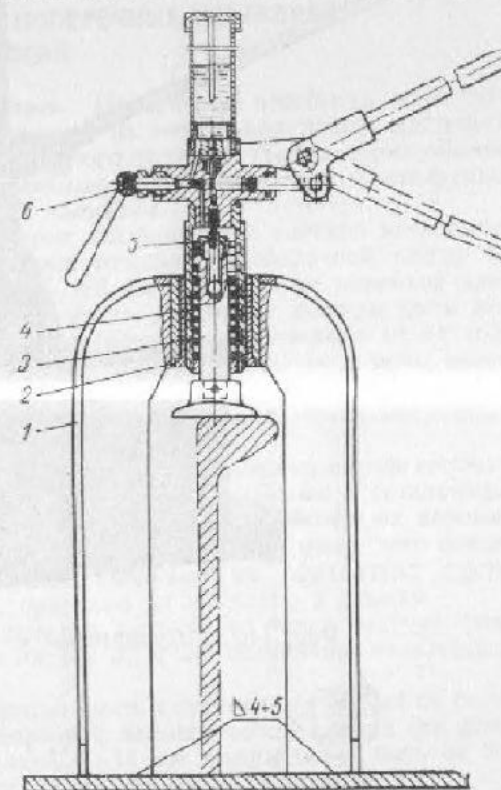


Рис. 111. Гидроприжимы при установке набора.

1 — П-образная скоба; 2 — втулка; 3 — поршень; 4 — пружина; 5 — силовой цилиндр; 6 — перепускной клапан.



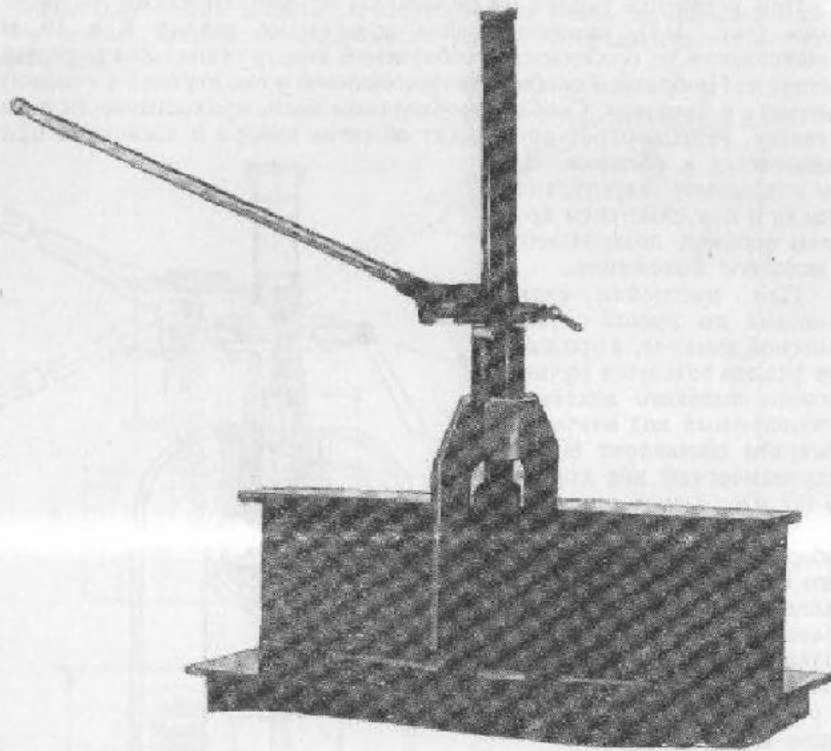


Рис. 112. Гидроприжим с усилием 10 т.

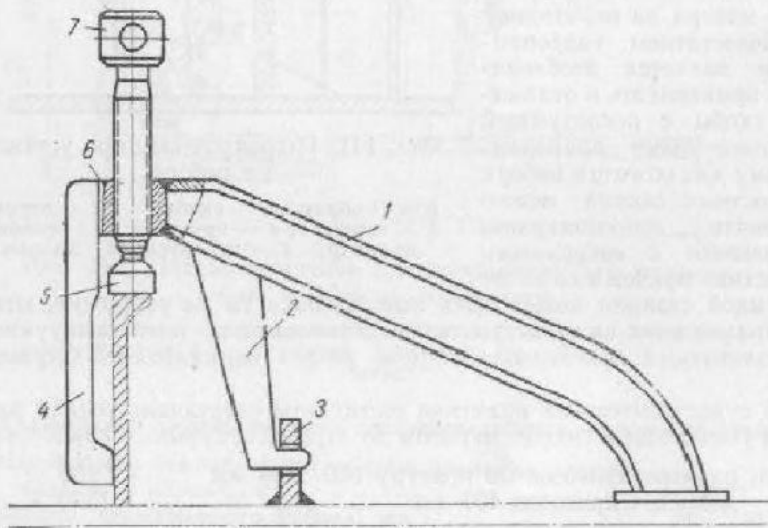


Рис. 113. Скоба для прижатия набора к полотнощу.  
1 — корпус; 2 — захват; 3 — шайба; 4 — планка; 5 — башмачок;  
6 — гайка; 7 — винт.

приварены гайка и захват; с другой стороны гайки имеется направляющая планка. В гайке вращается винт, на конце которого имеется башмачок. Шайба приваривается к полотнищу и к ней посредством захвата прикрепляется скоба; с помощью винта набор обжимается к полотнищу и прихватывается.

#### § 44. ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ПОПЕРЕЧНЫХ ПЕРЕБОРОК, ПАЛУБНЫХ И БОРТОВЫХ СЕКЦИЙ

**Сборка поперечных переборок.** Поперечные переборки представляют собой конструкции, состоящие из нескольких поясов листового полотнища и стоек сварного и катаного профиля. На переборки обычно устанавливают различные наклепши и наварыши, небольшие фундаменты, подкрепления и другие элементы.

Сборку поперечной переборки выполняют на плоской металлической плите или стене. Местные отклонения сборочной плиты от плоскости не должны превышать  $\pm 3$  мм при проверке линейкой длиной 3 м. Подаваемые на сборку листы переборки должны быть выравнены по плоскости в пределах  $\pm 5$  мм в зависимости от их толщины. Кромки листов, обработанные без припуска, не должны иметь отклонения от теоретического контура более  $\pm 2$  мм. Сварные стойки переборки должны быть изготовлены в допусках, предусмотренных для тавровых узлов.

Сборку переборки следует начинать со *стыкования листов среднего пояса* для разнесения ошибок обработки при сборке с остальными листами переборки. При стыковании листов *первого пояса* их пазовые кромки выравнивают по линии, пробитой на плите, после чего соединяют электроприхватками. Затем собирают на прихватках листы *остальных поясов* переборки, пригоняя их по пазам и стыкам.

Листы переборки прихватывают к плите по всему контуру (шаг прихваток 400—500 мм); на листах до 6 мм полотнище по площади обжимают грузами.

Собранное полотнище должно иметь равномерные зазоры по сварным соединениям. Для двусторонней автоматической сварки (на флюсовой подушке) листов толщиной 6—14 мм зазоры могут быть не более 4 мм, для листов толщиной 16—20 мм — не более 6 мм.

Превышение одной кромки листа над другой (разностенность) должно быть не более 2 мм, в зависимости от толщины листов.

*Двустороннюю сварку* выполняют с одним каптованием полотнища; для этого сварку начинают со стороны, обратной установке набора. Полотнища толщиной от 2 до 10 мм можно сваривать односторонней автоматической сваркой на флюсовой подушке, для чего подбирают соответствующие режимы сварки. Сваренные полотнища правят в вальцах (до установки набора). Допускается бухтиноватость: при толщине листов до 5 мм — стрелка прогиба бухтины до 10 мм на 1 пог. м; при толщине листов 6 мм и более — величина бухтины до 5 мм на 1 пог. м в любом направлении.

Перед тем как устанавливать на переборку стойки и другие узлы и детали, необходимо на полотнище разместить линии ДП, ГВЛ (или другой ватерлинии), линии установки стоек и линию верхних срезов стоек; при этом намечают и линии контура переборки. Положение линий определяют по рейкам высот и полуширот с плаза или по эскизам.

По размеченным линиям на полотнище переборки устанавливают стойки, прижимая их к полотнищу с помощью специальной скобы, показанной на рис. 114 (если отсутствуют указанные выше средства механизации).

Стойки соединяют с полотнищем прихватками через 300—400 мм.

Приварку стоек к листам переборки производят обычно автоматом, если шов сплошной, или полуавтоматом, если шов прерывистый.

Большинство деталей насыщения, как правило, устанавливают на переборку со стороны, обратной размещению стоек. Разметку мест установки деталей насыщения выполняют по рабочему чертежу пере-

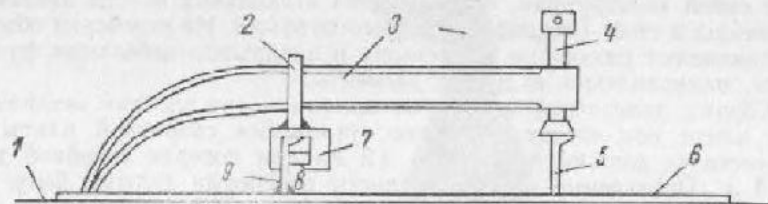


Рис. 114. Скоба для сборки стоек с полотнищем.

1 — плита; 2 — хомут; 3 — скоба; 4 — прижимной винт; 5 — устанавливаемый набор; 6 — полотнище; 7 — захват; 8 — клин; 9 — ребро набора.

борки, в котором указаны расстояния деталей от диаметральной плоскости и грузовой ватерлинии. Отверстия для деталей насыщения вырезают на переборке газом; на полотнищах толщиной менее 6 мм целесообразно ставить временные ребра для уменьшения коробления переборки.

Окончательно изготовленную переборку обрезают газовым резком по размеченному контуру, оставляя технологические припуски для монтажной сборки корпуса на стапеле.

Готовая поперечная переборка должна отвечать следующим требованиям:

соответствовать заданным размерам по длине и ширине секции; местные отклонения контура полотнища от плазовых линий не должны превышать  $\pm 2$  мм, а отклонения длины и ширины секций от плазовых не должны быть более  $\pm 10$  мм;

плоскость переборки не должна иметь значительных изгибов и бухтин по длине и ширине полотнища; допустимый изгиб по длине  $\pm 3$  мм на 1 пог. м и не более  $\pm 20$  мм на всю длину секций; допустимый изгиб по ширине  $\pm 2$  мм на 1 пог. м и не более  $\pm 15$  мм на всю ширину переборки;

стойки переборки должны быть расположены на полотнище на линиях разметки; смещение стоек поперек от линий разметки допускается не более  $\pm 2$  мм, а смещение их концов по длине от линии разметки может быть не более  $\pm 5$  мм;

размещение деталей насыщения должно соответствовать размерам по чертежу; допустимое смещение осевых линий деталей насыщения от линий разметки  $\pm 2$  мм;

местная бухтановатость полотнища переборки не должна превышать допустимую: при длине бухтины от 350 до 500 мм стрелка прогиба не более 5 мм; при длине бухтины от 600 до 800 мм стрелка прогиба не более 10 мм.

**Сборка секций палуб.** На судах встречаются три вида палубных секций: плоские — не имеющие погиби; секции с поперечной погибью и секции, настилы которых имеют поперечную погибь и продольную седловатость полотнища.

Плоские палубные секции собирают на железобетонном и металлическом стенде или плите. Секции палуб с погибью, настилы которых

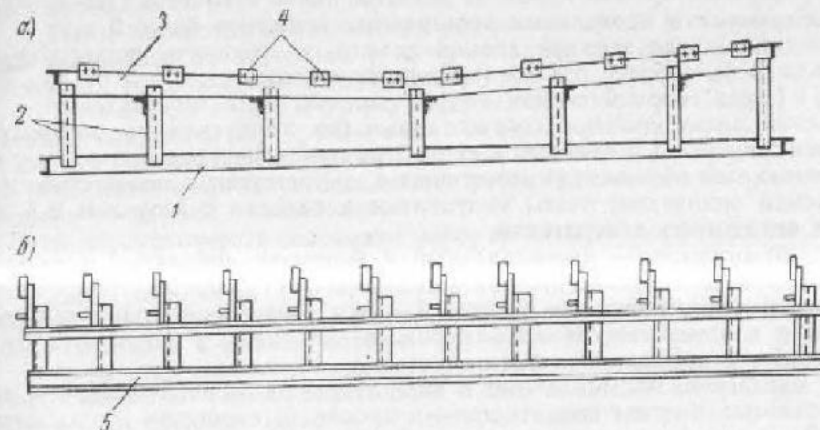


Рис. 115. Постель для сборки палубных секций: а — поперечное сечение; б — вид сбоку.

1 — поперечная балка основания; 2 — стойки; 3 — лекало; 4 — съемные пластины; 5 — продольная балка основания.

состоят из листов толщиной менее 6 мм, также можно собирать на плоских плитах или стендах. Полотнища таких секций после сварки стыков и пазов поддают на сборочные постели (с необходимой погибью) для установки набора и других конструкций секций.

Постель для сборки палубных секций представляет собой конструкцию, состоящую из жесткой сварной рамы — основания и поперечных лекал, скрепленных продольными ребрами и приваренных к раме (рис. 115).

В качестве основания можно применить ровную металлическую плиту и установить на нее лекала. Верхние кромки лекал образуют поперечную погибь секции, а в продольном направлении формируют седловатость палубы.

Наиболее рационально изготавливать постели, позволяющие одновременно собирать несколько палубных секций.

Лекала постели обычно вырезают по копирам на газорезательных машинах, а при отсутствии необходимого оборудования изготавливают по шаблонам, спятым с плаза.

На лекала при изготовлении наносят вертикальную линию ДП и горизонтальную линию, параллельную основной. На раме постели наносят продольную линию ДП и перпендикулярные к ней линии рас-



положения лекал. Эти линии служат для установки лекал и контроля при сборке постели.

При сборке постели должны быть выдержаны следующие условия: горизонтальность рамы (основания) не должна выходить за пределы  $\pm 5$  мм (проверяют шланговым ватерпасом);

местные отклонения рамы от прямолинейности должны быть в пределах  $\pm 3$  мм при проверке линейной длиной 2,5—3 м;

совмещение линий ДП, нанесенных на лекала, с линией ДП постели должно быть в пределах  $\pm 1$  мм;

горизонтальные контрольные линии на лекалах не должны иметь отклонений по высоте постели более  $\pm 2$  мм;

верхние кромки лекал не должны иметь отклонений от контура поперечных и продольных проверочных шаблонов более 3 мм;

отклонение верхней кромки лекала от плоскости шпангоута не должно быть более  $\pm 8$  мм (проверяют отвесом).

Перед сборкой секция палубы должны быть изготовлены:

а) листы полотна, обработанные без припусков по внутрисекционным пазам и стыкам; необходимые припуски предусматривают по монтажным соединениям полотнища в соответствии с технологической схемой припусков; листы выправляют в вальцах с допуском  $\pm 5$  мм на волнистость поверхности;

б) карленгсы — диаметральный и бортовые, собранные и сваренные в виде тавровых узлов; несимметричность пояска относительно стенки должна быть не более  $\pm 3$  мм, а отклонения от прямолинейности в плоскости стенки или пояска допускаются в пределах от 5 до 10 мм при длине карленгса от 5 до 10 мм;

в) бимсы, изготовленные в виде тавровых узлов с заданной гибкостью палубы; местные отклонения кромок от плоскости допускаются  $\pm 2$  мм на 1 пог. м; несимметричность пояска относительно стенки  $\pm 3$  мм, изменение расстояния между вырезами для прохода ребер жесткости — не более  $\pm 2$  мм;

г) ребра жесткости, изготовленные с припусками по монтажным кромкам и выправленные на ребро и плоскость с допуском  $\pm 5$  мм на длине 1 м;

д) насыщение секции — наварыши и наклейши, вентиляционные стаканы, водонепроницаемые крышки и пр.

Общий порядок сборки палубной секции:

сборка и сварка настила;

разметка контура секции и линий установки набора и насыщения;

установка и приварка набора;

разметка контура секции и обрезка припусков.

Полотнище секции палубы, состоящее из листов толщиной более 6 мм, собирают на постели; это обеспечивает требуемую форму поверхности. Сборку начинают с листов диаметрального пояса, положение которых определяют совмещением линий ДП, нанесенных на листах и лекалах постели. Листы настила пристыковывают, скрепляют прихватками и прижимают к постели с помощью талрепов. Затем собирают остальные листы полотнища, пригоняя их один к другому по поясам и прижимая их к постели. После этого настил сваривают по стыкам и пазам.

Для выполнения последующих работ по сборке производят разметку контура полотнища и линий установки набора и насыщения секции.

Обычно разметку секции выполняют с помощью разметочных эскизов или двух реек, снятых с плаза: рейки продольной растяжки, на которую наносят положение бимсов с определенной шпацией и длину секции; рейки поперечной, определяющей положение карленгсов, продольных ребер жесткости и поперечные размеры секции. Разметку можно выполнить и по эскизам.

Если теоретический чертеж судна разбит на масштабном плазе, то разметку контура секции и линий установки набора делают по эскизам, в которых указывают необходимые размеры, определяющие положение набора, а также стыков и пазов секции. Разметку выполняют с помощью рулетки или реек, изготовленных по размерам и эскизам.

После нанесения линий набора размечают места установки деталей насыщения по чертежам, в которых даны расстояния деталей от основных теоретических линий секции.

Установку набора следует начинать со среднего карленгса, закрепляя его прихватками на линии ДП настила. Затем по разметке устанавливают бимсы, бортовые карленгсы и крайние бимсы; в последнюю очередь устанавливают ребра жесткости. Все элементы набора соединяют прихватками.

В первую очередь сваривают набор по стыкам, после чего его приваривают к настилу палубы.

Для увеличения объема автоматической и полуавтоматической сварки при изготовлении плоских секций пользуются методом *раздельной сборки и сварки*, который состоит в следующем:

1) на сваренное полотнище секции сначала устанавливают тот набор, количество элементов которого в данной секции наибольшее (например, продольный набор в случае продольной системы), после чего автоматом приваривают этот набор к полотнищу;

2) на секцию устанавливают поперечный набор и приваривают к элементам продольного набора вручную, а к полотнищу — полуавтоматической сваркой.

Применение метода раздельной сборки и сварки целесообразно всегда, если этому не препятствует принятая на данной секции конструкция узла пересечения продольного набора с поперечным; однако и в этом случае можно применить метод раздельной сборки и сварки, соответственно изменив конструкцию узла пересечения набора.

Детали насыщения устанавливают и приваривают по линиям разметки на полотнище секции. После этого секцию перекаптовывают и устанавливают на подставки. Производят подрубку или электровоздушную строжку соединений листов и подваривают стыки и пазы полотнища. При работе на стенде с флюсовыми подушками, обеспечивающими при сварке листов обратное формирование швов, необходимость в кантовке и подварке секции отпадает.

Контурование законченной секции выполняют также по эскизам, либо по рейке растяжки и рейке полушироты; при этом должны быть пробиты линии ДП и линии среднего и крайних шпангоутов. Указанные линии и контур секции должны быть накернены для контроля при установке секции на стапеле. После контурования секции припуски обрезают газовым резаком в соответствии с технологической схемой припусков.

Собранная секция верхней палубы должна удовлетворять следующим требованиям:



отклонение длины секции от плазовой не должно превышать  $\pm 10$  мм;

отклонение фактических полуширот от плазовых по среднему и крайним шпангоутам должно быть в пределах  $\pm 12$  мм при полушироте до 10 м;

продольный изгиб секции в ДП и вдоль карлингсов допускается  $\pm 3$  мм на 1 пог. м, но не более  $\pm 20$  мм на всю длину секции;

в поперечном сечении допускается увеличение погиби от плазовой не более 20 мм и уменьшение погиби не более 10 мм (при замере на всю ширину секции по среднему и крайним бимсам);

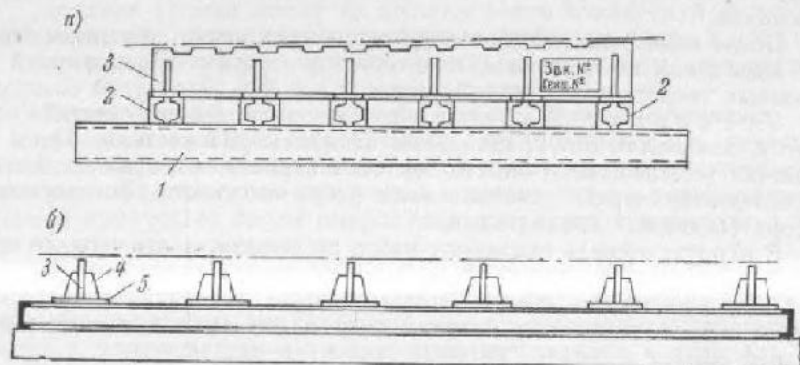


Рис. 116. Постель для сборки бортовой секции: а — поперечное сечение; б — вид сбоку.

1 — балки основания; 2 — продольные балки постели; 3 — лекало; 4 — brackets, подкрепляющие лекала; 5 — опорные планки.

смещение продольного и поперечного набора от линий разметки на полотнище не должно быть более  $\pm 2$  мм;

местная бухтиноватость полотнища допускается от 5 до 10 мм при длине бухтины от 300 до 800 мм;

смещение деталей насыщения от теоретических осевых линий не должно превышать  $\pm 2$  мм.

**Сборка бортовых секций.** В бортовую секцию обычно входят листы наружной обшивки, рамные шпангоуты, продольные ребра жесткости и изделия насыщения.

Плоские бортовые секции собирают на плитах или стендах. Криволинейные бортовые секции собирают на постелях.

Постель для сборки бортовой секции, имеющей погибу, состоит из жесткой рамы и ряда установленных на нее лекал, которые соединены друг с другом продольными связями (рис. 116).

На постели наносят контрольные линии; горизонтальные линии на лекалах должны быть параллельны ДП, вертикальные линии — параллельны основной плоскости. На лекалах наносят также линии положения пазов обшивки.

Элементы постели проверяют теми же способами и средствами, которые применялись для постели верхней палубы, и в пределах тех же допусков на отклонения (см. стр. 172).

Секцию начинают собирать с наружной обшивки, проверяя положение листов по рискам пазов на лекалах постели. Сварку полотнища выполняют автоматами или полуавтоматами в зависимости от величины наклона обшивки.

Разметку линий установки набора производят по эскизам, либо по рейкам растяжек, снятым с плаза. На рейку продольной растяжки наносят риски расстояний между шпангоутами и размеров между монтажными стыковыми кромками обшивки. На рейку поперечной растяжки наносят положение одной из ватерлиний и риски пазовых монтажных кромок обшивки, теоретические линии палубы, продольных ребер жесткости и поперечных кромок шпангоутов.

Другой способ разметки — по эскизам. По линиям разметки устанавливают продольный и поперечный набор, прихватывая его к обшивке. Затем элементы набора сваривают вручную и приваривают к наружной обшивке полуавтоматом. Чтобы увеличить объем автоматической сварки, можно применить отдельный метод сборки и сварки.

После установки и приварки изделий насыщения секцию кантуют для подварки стыков и пазов обшивки.

Разметку контура секции и нанесение контрольно-установочных линий производят с внешней стороны наружной обшивки по рейкам продольной и поперечной растяжек. Линиями для установки и проверки секции на стапеле являются одна из ватерлиний (или теоретическая линия верхней палубы) и линии среднего и крайних шпангоутов секции.

Готовая бортовая секция должна отвечать следующим требованиям:

размеры секции по длине, замеренные по середине и на пазовых кромках, должны соответствовать плазовым размерам; отклонения допускаются не более  $\pm 8$  мм;

размеры секции по ширине (на среднем и крайних шпангоутах) не должны иметь отклонений от плазовых более  $\pm 6$  мм;

общий изгиб секции по длине (в плоскости палубного и бортового стрингеров) не должен превышать  $\pm 20$  мм;

изгиб секции по ширине (в плоскости крайних шпангоутов) не должен быть более  $\pm 15$  мм;

расстояния между рамными шпангоутами не должны отличаться от теоретических более чем на  $\pm 4$  мм;

смещение продольного и поперечного набора от линий разметки на обшивке не должно превышать  $\pm 2$  мм.

#### § 45. СБОРКА И СВАРКА ОБЪЕМНЫХ СЕКЦИЙ. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ

Общие правила. 1. Сборка и сварка объемных секций (днища, бортов, оконечностей, надстроек) производится из предварительно изготовленных плоскостных секций и узлов.

2. Сборку и сварку секций, имеющих плоские сборочные базы (переборки, платформы и т. п.) следует производить на плоских сборочных стендах и площадках.

3. Сборку и сварку секций, имеющих криволинейные обводы, следует производить на постелях\*, рабочие поверхности которых вос-

\* Об универсальных постелях см. § 47 в этом же разделе Справочника.

производят форму криволинейных обводов секции. При этом сборка и сварка обшивки и приварка к ней набора делаются на одних и тех же постелях.

При выборе способа сборки объемных секций исходят из следующих положений:

а) при индивидуальной и мелкосерийной постройке судов (и, следовательно, небольшом числе одинаковых секций) сооружение постелей для сборки и сварки секций нецелесообразно, так как это приводит к излишнему расходу материалов, рабочей силы и, кроме того, ухудшает использование площадей цеха;

б) при крупносерийной постройке судов целесообразно отводить рабочие места в цехе для постелей, предназначенных для определенных секций.

Немаловажным является и то обстоятельство, что при сборке секций на плоских стендах труднее принимать меры по предотвращению ожидаемых деформаций от сварки, а при сборке и сварке на постелях возможна корректировка формы постели для получения в итоге секции требуемой формы.

При сборке и сварке объемных секций на плоских стендах необходимо соблюдать следующие условия:

а) поперечный набор секции должен быть по возможности собран и сварен предварительно в замкнутые рамы;

б) первой должна быть уложена на стелд плоскостная секция или узел с таким расчетом, чтобы все последующие рамы, узлы и детали опирались на нее и другие ранее установленные конструкции;

в) листы наружной обшивки, устанавливаемые в секции, при небольшой их кривизне могут быть сварены между собой предварительно в подсекции;

г) приварку набора к наружной обшивке и другим полотнищам нужно производить по возможности в нежном положении; для этого секцию в процессе сварки подкантовывают;

д) первый шов по стыкам и пазам наружной обшивки следует производить со стороны набора — для свободного удаления корня шва с другой стороны при подварке.

При сборке и сварке объемных секций на постелях листы наружной обшивки укладывают на постель, прижимают к ней, подгоняют по пазам и стыкам и передают под сварку. Дальнейшие работы в зависимости от конструкции секции определяются на основе расчета общих сварочных деформаций с учетом экономической целесообразности; остановимся поэтому на наиболее общих и типичных операциях сборки на постелях и применяемых при этом средствах механизации работ.

Для прижатия листов наружной обшивки к постели может быть использован гидравлический талреп, развивающий усилие от 5 до 15 т с ходом поршня 60 мм (рис. 117). Необходимое давление масла создают при этом или вручную (рукояткой), или используют пневмостяжки (рис. 118).

Пневмостяжка включает импульсно-ударный механизм, который преобразует вращательное движение ротора пневмотурбинки в поступательное перемещение винта. Усилие, развиваемое пневмостяжкой, 7 т, вес ее 15 кг.

При установке набора на секции с криволинейными обводами могут быть использованы:

а) сборочные приспособления с гидropriжимом, развивающим усилие 10 т, и П-образной скобой, которую крепят не непосред-

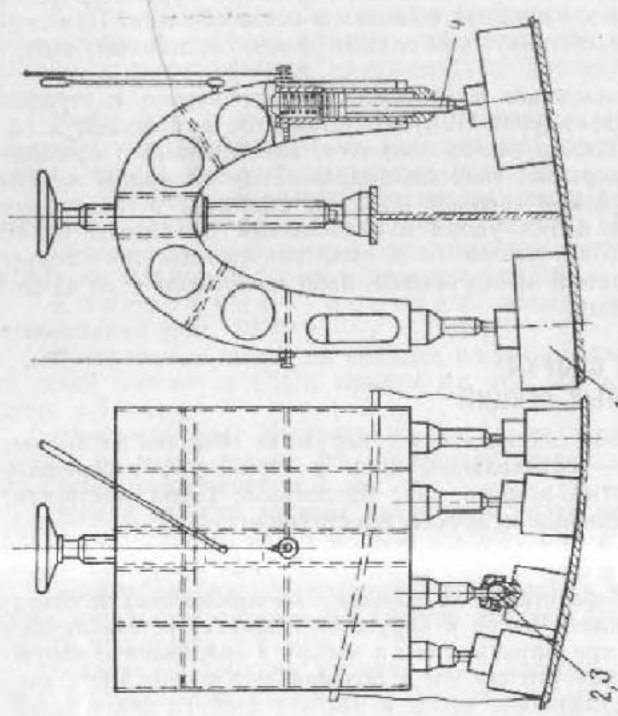


Рис. 119. Магнитогидровлическое устройство для механизации прижатия набора к наружной обшивке. 1 — электромагниты; 2 и 3 — сферические шарниры; 4 — поршни гидроцилиндра.

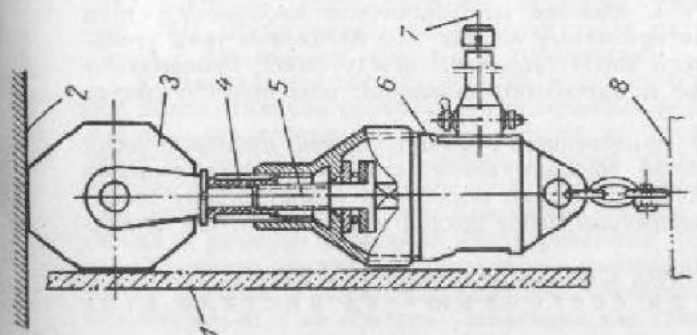


Рис. 118. Пневмостяжка для механизации прижатия наружной обшивки к постели. 1 — постель; 2 — наружная обшивка; 3 — обшук; 4 — гайка; 5 — винт; 6 — ключ с импульсно-ударным механизмом; 7 — воздух из магистрала; 8 — стелд.

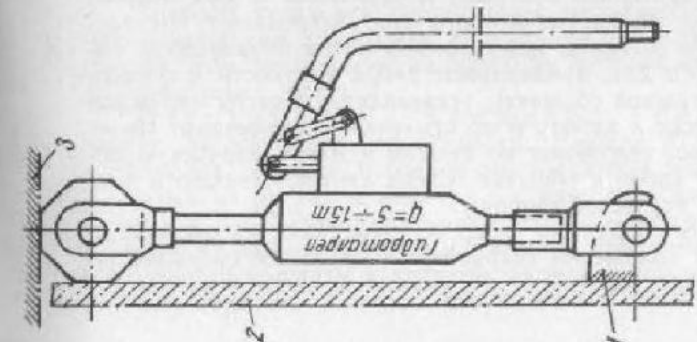


Рис. 117. Гидравлический талреп для прижатия листов наружной обшивки к постели. 1 — приварной обух на постели; 2 — постель; 3 — наружная обшивка секции.



ственно к обшивке, а на болтах к планкам, временно прихватываемым односторонним швом к наружной обшивке в месте обжатия. При действии гидropriжима обшивку, как элемент более податливый, подтягивают к набору;

б) *магнитогидравлическое устройство*, подвешиваемое к стрелам у колони пролетов цеха (рис. 119). Это устройство прижимают к обшивке посредством восьми электромагнитов, подвешенных в сферических шарнирах на поршнях гидроцилиндров. Гидроцилиндры жестко закреплены в П-образном сварном корпусе, имеющем установочный винт для постройки пятки упора в зависимости от высоты балки набора. Время обжатия набора 1—2 мин, причем обжатие следует вести либо от середины к краям секции, либо «напроход» — от одного края секции к другому.

#### § 46. ОСОБЕННОСТИ СБОРКИ ДНИЩЕВЫХ ОБЪЕМНЫХ СЕКЦИЙ

В состав днищевой секции входят: наружная обшивка из листов; продольный набор — вертикальный киль и стрингеры; поперечный набор — флоры; настил второго дна; продольные ребра жесткости; фундаменты; подкрепления и другие конструкции.

Применяют три способа сборки секции на наружной обшивке:

1. Элементы набора ставят на обшивку *на прихватках* и сваривают. Далее приваривают набор к наружной обшивке, устанавливают настил второго дна, прихватывают его к набору и сваривают с наружной стороны; затем кантуют секцию и подваривают второе дно с внутренней стороны, приваривают набор к настилу второго дна и подваривают обшивку с наружной стороны.

2. Набор крепят к обшивке *на эластичном соединении* — типа талрепной стяжки на приварных обухах или креплении типа угольник—болт. После этого набор сваривают между собой, приваривают к наружной обшивке и выполняют остальные операции по сборке и сварке.

3. То же, но с применением *предварительной приварки ребер жесткости* к наружной обшивке автоматами или полуавтоматами (раздельный способ сборки набора), после чего устанавливают основной продольный и поперечный набор секции и выполняют все остальные работы.

Кроме перечисленных способов применяют сборку секции «в перевернутом состоянии» — на настиле второго дна:

1. Настил предварительно собирают и сваривают *с двух сторон*. Устанавливают набор на настил второго дна, закрепляют прихватками и сваривают его элементы между собой. Затем приваривают набор к настилу второго дна, приваривают ребра жесткости к флорам и стрингерам (по наружной обшивке), устанавливают листы наружной обшивки на прихватках к набору и по стыковым соединениям. После этого кантуют секцию, сваривают по стыкам и пазам наружную обшивку, приваривают набор к обшивке. Снова кантуют секцию и подваривают обшивку с наружной стороны.

2. Тот же процесс сборки, но набор устанавливают на *эластичном креплении* и в таком положении сваривают. (Остальные операции по сборке и сварке секции выполняют по указанной выше технологии.)

3. Тот же процесс сборки, но с *предварительной приваркой ребер жесткости* к настилу (раздельный метод сборки набора). Далее сборку и сварку секции производят по приведенной выше технологии.

Могут быть и другие варианты технологии сборки и сварки днищевых секций, зависящие от конструкции корпуса судна, разбивки его на секции и производственных условий.

Рассмотрим технологию сборки днищевых секций на наружной обшивке, изложенную в 1-м варианте (см. стр. 178).

Сборку днищевой секции производят на постели, лекала которой образуют плазовую форму и размеры секции.

Конструкция постели должна отвечать следующим требованиям (рис. 120):

контрольные линии на лекалах постели должны быть совмещены в одной плоскости (ДП), причем их отклонение не должно превышать  $\pm 1$  мм;

горизонтальные контрольные линии на лекалах должны находиться на одной высоте (это проверяют шланговым ватерпасом); допускаемое отклонение  $\pm 2$  мм;

лекала постели должны находиться на заданных шпангоутах по длине, что проверяют по рискам на раме постели; допускаемое смещение лекал  $\pm 2$  мм;

лекала следует устанавливать вертикально и проверять опусканием веса; допускаемое отклонение верхней кромки лекал от плоскости шпангоута  $\pm 8$  мм;

отклонение верхних кромок лекал постели от контура поперечных и продольных плазовых шаблонов не должно превышать 3 мм.

Из применяемых на заводах постелей для сборки днищевых секций наиболее рациональными являются *универсальные постели* (рис. 121), предложенные П. А. Никитиным; на них можно собирать секции с различными обводами и габаритами.

Универсальную постель устанавливают на основании из швеллерных балок. Постель собирают из поперечных ферм и лекальных надставок — заполнителей. Фермы состоят из двух взаимозаменяемых узлов (годных для обоих бортов). Нижние узлы постели устанавливают на расстоянии 1,5 м один от другого и крепят болтами к основанию постели. Такое расположение лекал постели обеспечивает сборку секций с разными шпациями без передвижки поперечных ферм.

Основание постели и поперечные фермы являются постоянной частью постели, а лекальные надставки меняются для каждой секции применительно к ее обводам. Лекальные надставки крепят на полномерных болтах к поперечным фермам постели.

Точность установки заполнителей достигается благодаря применению кондукторов для сборки и сверления отверстий в фермах постели. Заполнители изготавливают из обрезков листовой стали толщиной 8 мм по шаблону с плаза.

Изготовление днищевой секции начинают со сборки листов наружной обшивки. Первым в постель укладывают *средний пояс обшивки*, проверяя его положение совпадением линий ДП, пробитых на листах и лекалах постели; допускаются отклонения не более  $\pm 2$  мм. Затем укладывают *остальные листы обшивки*, пристыковывая их один к другому и соединяя прихватками. Листы должны быть плотно прижаты к лекалам постели с помощью талрепов и приварных обухов. Местное непрileгание обшивки к лекалам по



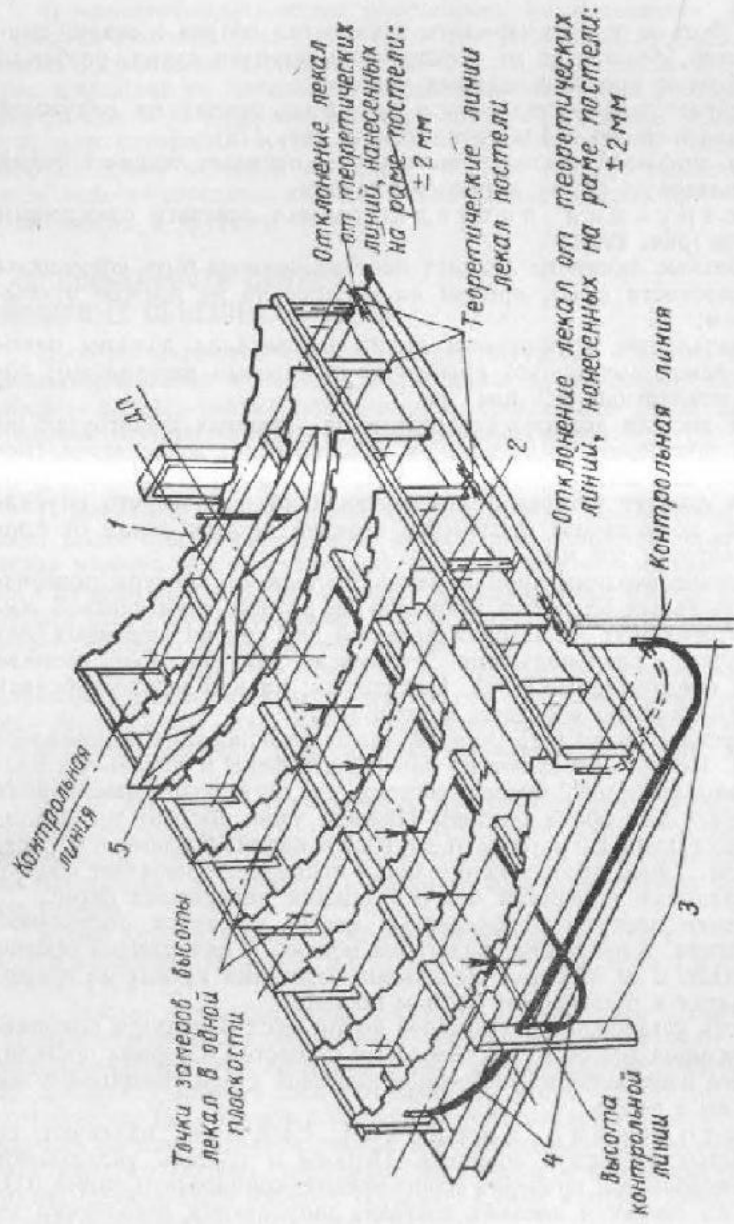


Рис. 120. Проверка постели для сборки динцевой секции.

1 — струна; 2 — продольное лекало; 3 — стойки; 4 — шпаловый ватерпас; 5 — плазовый шаблон.

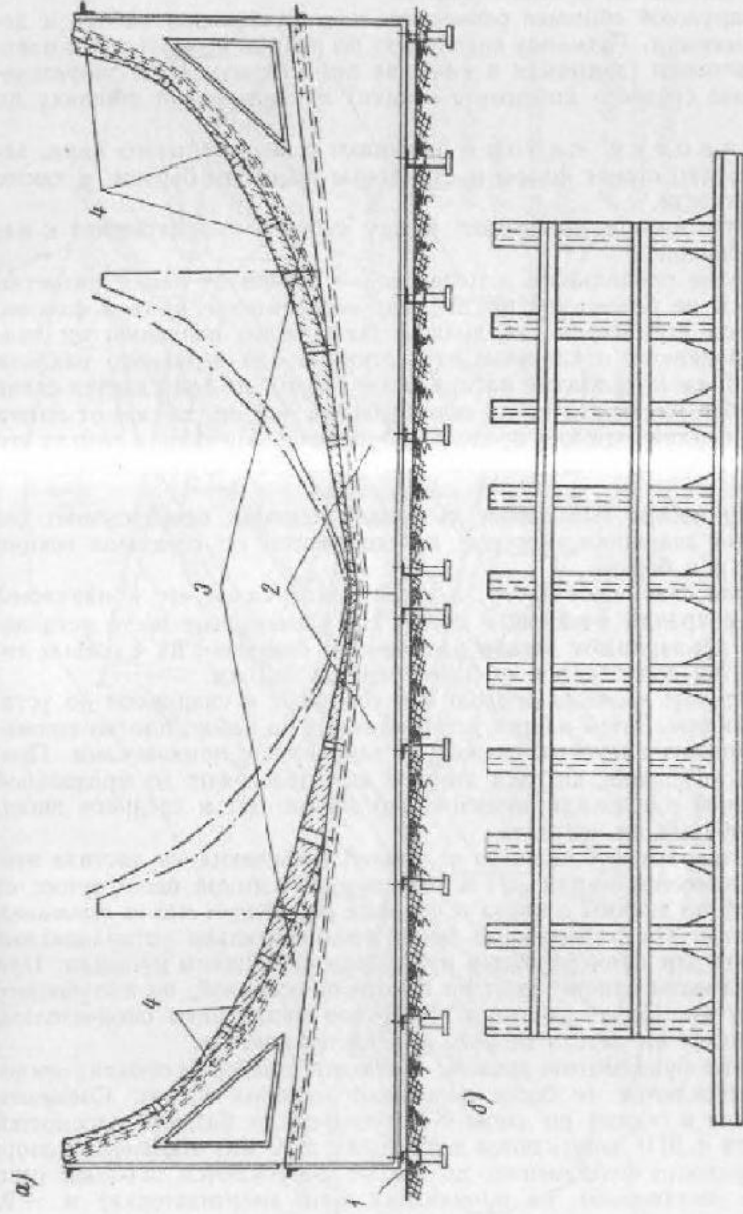


Рис. 121. Постель для сборки динцевых секций: а — поперечные фермы постели; б — боковой вид постели.

1 — балки основания; 2, 3 — поперечные фермы; 4 — лекальные подставки.



Приварку фундаментов к настилу второго дна производят вручную и в отдельных случаях — полуавтоматом.

Для подварки стыков и пазов паружной обшивки и приварки габора к настилу второго дна секцию снимают с постели, кантуют и устанавливают на подставы.

Готовая секция должна иметь припуски по монтажным соединениям в соответствии с технологической схемой. Чтобы обеспечить проверку установки днищевой секции на стапеле относительно ДП, основной плоскости и плоскости шпангоута, на наружной обшивке секции наносят и закернивают линию ДП, линии крайних шпангоутов и теоретические линии стрингеров.

Требования, предъявляемые к основным элементам днищевой объемной секции:

длина секции должна соответствовать плазовой; отклонения длины допускаются в пределах  $\pm 8$  мм;

продольный изгиб секции по ДП и крайним стрингерам не должен превышать  $\pm 12$  мм [знак «+» (плюс) — прогиб секции вниз, знак «—» (минус) — выгиб секции вверх];

поперечный изгиб секции по среднему и крайним шпангоутам не должен превышать 15 мм;

полушироты секции, замеренные по среднему и крайним шпангоутам, должны соответствовать плазовым размерам; отклонения допускаются в пределах  $\pm 10$  мм на полушироту.

#### § 47. УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПОСТЕЛИ ДЛЯ СБОРКИ И СВАРКИ СЕКЦИЙ

На рис. 123 показана универсальная постель для сборки и сварки секций различных типов — днищевых, бортовых, палубных и других, имеющих криволинейную поверхность. Постель состоит из взаимозаменяемых правых и левых половин — блоков, которые перемещают до заданного положения по рельсовым путям, смонтированным на раме, и закрепляют на рельсах с помощью башмаков. Требуемые обводы постели создаются при помощи домкратов — винтовых, в виде регулируемых призматических штоков и пр.

Для различных секций крупных и мелких судов в сборочно-сварочном цехе необходимо иметь значительное число различных постелей, так как эти секции будут отличаться шириной и крутизной погубей. Отсюда можно сделать вывод, что универсальные постели сложных конструкций (типа представленных на рисунке) из-за их высокой стоимости целесообразно применять только при серийной постройке однотипных судов или судов, незначительно отличающихся главными размерениями и формой обводов корпуса.

Получили практическое применение специальные и универсальные постели следующих типов и конструкций:

стоечные постели, лекальную поверхность которых создают путем установки на стэнд различных по высоте стоек из профильного проката (рис. 124);

постели со съемными наклонными лекалами листовой конструкции, которые устанавливают на сборочную площадку или стэнд (рис. 125);

постели с постоянными лекалами, которые бывают поворотными (рис. 126) и неповоротными (рис. 127), а также могут иметь одну лекальную поверхность для сборки секции (односторонние постели) или две лекальные поверхности (двусторонние постели) (рис. 128).

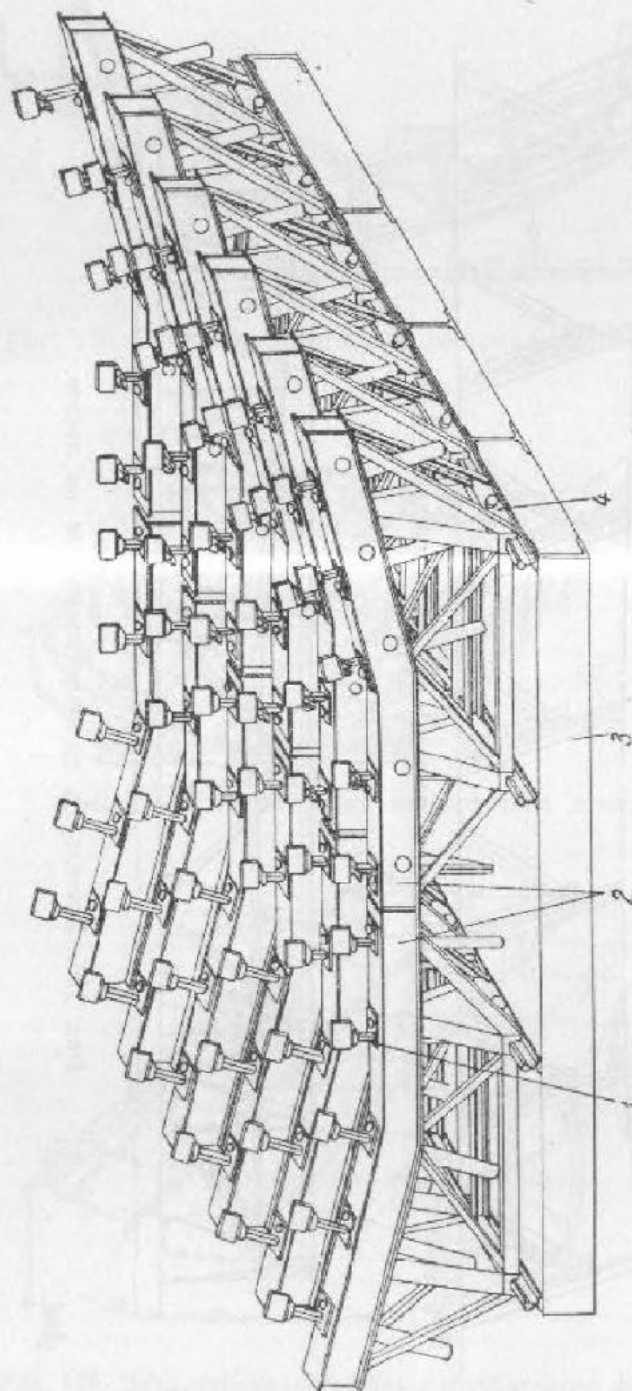


Рис. 123. Универсальная постель для сборки и сварки секций.  
1 — блок; 2 — домкрат; 3 — рама; 4 — башмак.



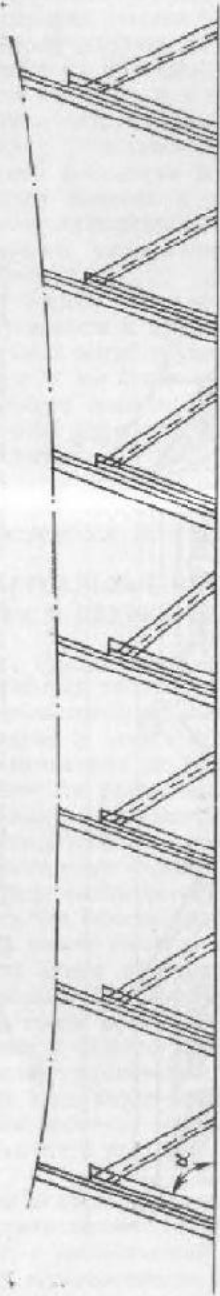


Рис. 124. Стоечная постель.  $\alpha$  — угол наклона слоек.

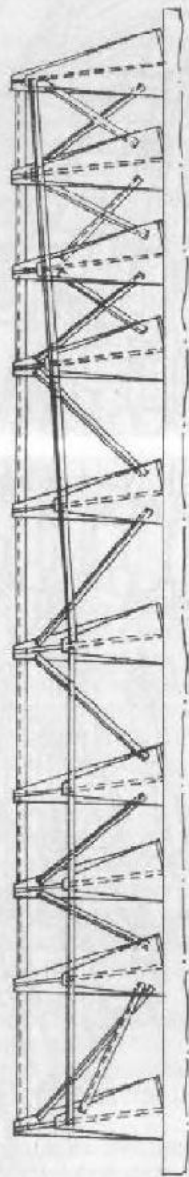


Рис. 125. Постель со съёмными лекалами из листов.

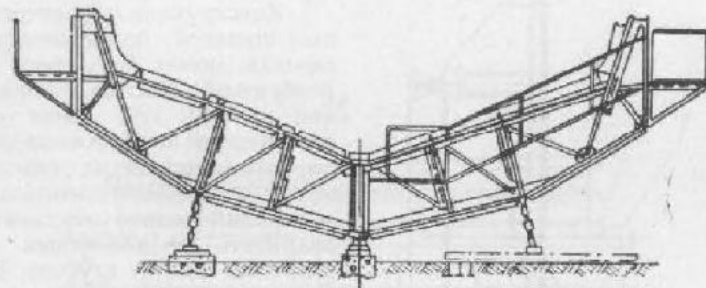


Рис. 126. Поворотная постель с постоянными лекалами.

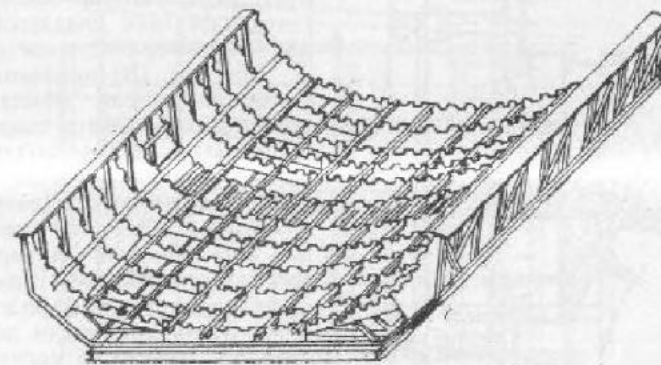


Рис. 127. Односторонняя неповоротная постель.

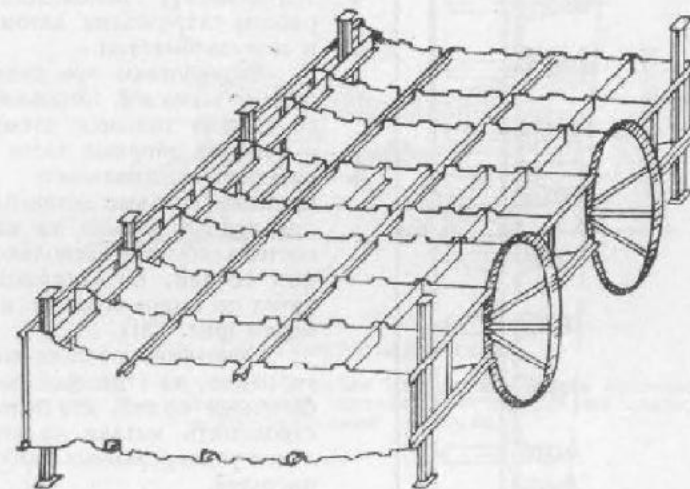


Рис. 128. Двухсторонняя постель с постоянными лекалами.

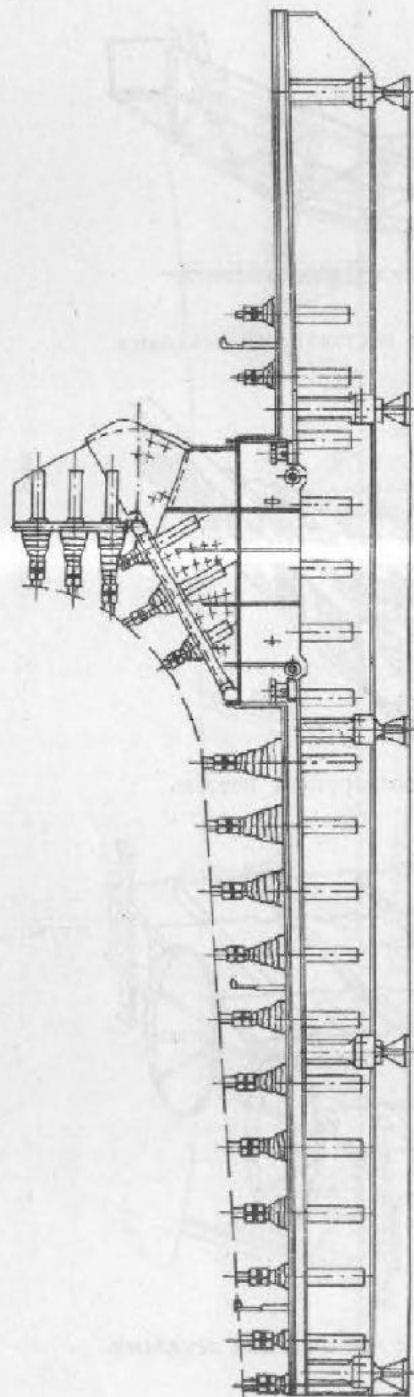


Рис. 129. Постель с передвижными лекалами.

Конструкция универсальных постелей, применяемых на заводах, может быть самой разнообразной. Постель, показанная на рис. 129, имеет свои особенности: передвижные лекала, установленные на рельсовых путях, с помощью специальных креплений можно поставить и закрепить на различных расстояниях одно от другого. Выпуклые стойки, закрепленные в полках передвижных лекал, можно выдвигать на определенную необходимую высоту, в результате чего создается лекальная поверхность постели.

На рис. 130 показана поворотная постель, дающая возможность применять сварочные автоматы и полуавтоматы при выполнении сварочных работ на криволинейных полотнощитах и секциях. Верхняя поворотная часть постели приварена к манжетам, которые поворачиваются вокруг трубы; благодаря повороту верхней части постели сварные соединения могут быть установлены в нижнее горизонтальное (или близкое к горизонтальному) положение для работы сварочными автоматами и полуавтоматами.

Разработаны три вида разборных постелей. Основания их состоят из типовых элементов, а верхние опорные части набирают из специальных лекал и соединительных деталей. Сменная лекала, можно на каждой постели собирать несколько разных секций, не отличающихся резко по своим обводам и размерам (рис. 131).

Основание постели спроектировано из типовых железобетонных частей, что позволяет экономить металл на изготовление универсальных разборных постелей.

Применяют универсальные постели с постоянным металлическим основанием (рис. 132).

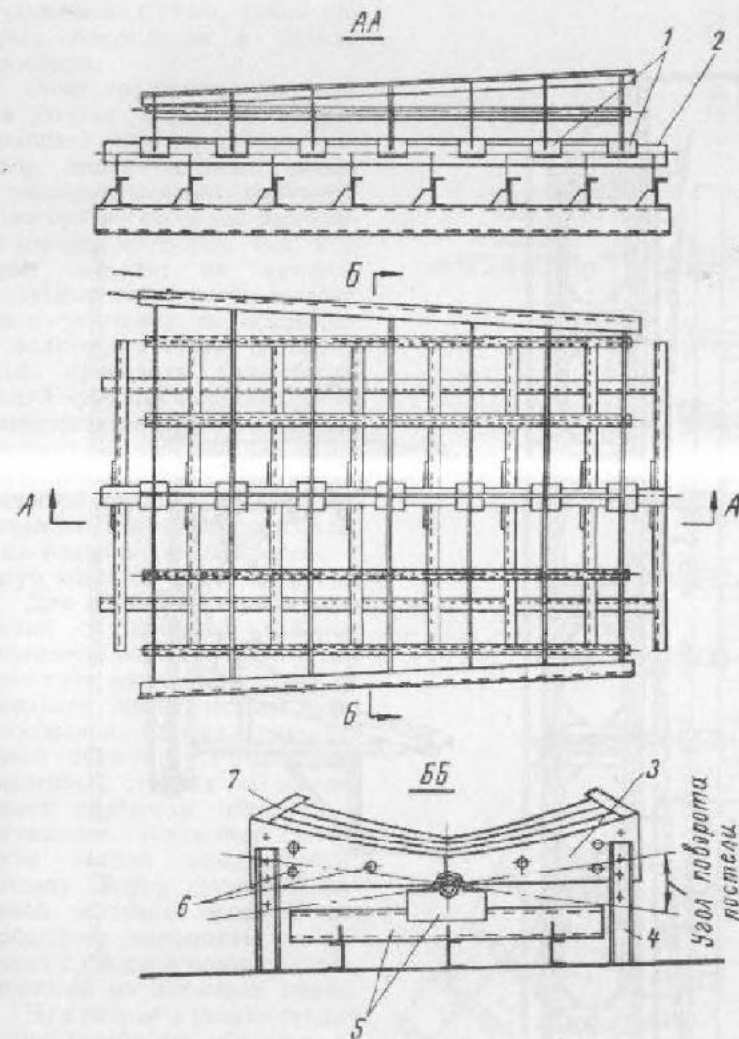


Рис. 130. Поворотная постель.

1 — манжеты; 2 — труба; 3 — верхняя (поворотная) часть постели; 4 — стойки; 5 — нижняя часть постели; 6 — продольные связи; 7 — контуровочный угольник.

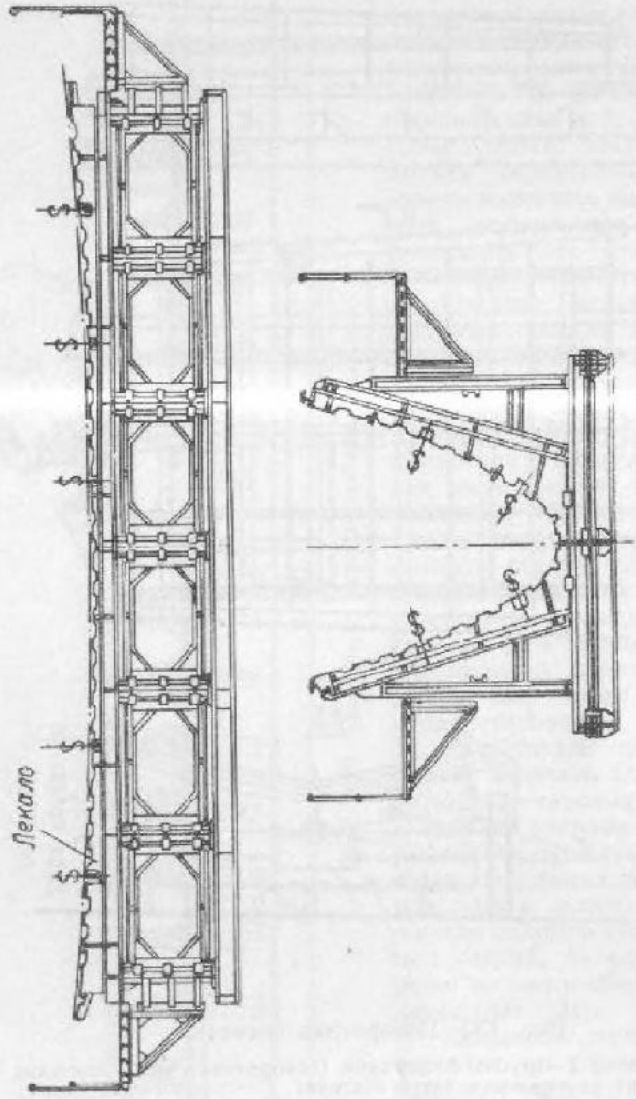


Рис. 131. Постель с основаниями из типовых элементов.

Лекальную поверхность такой постели образуют путем выдвигания на различную высоту металлических стоек, гайки которых закреплены в балках основания.

Опыт применения постелей для сборки и сварки секций позволяет сделать вывод, что выбор типа постели связан с конструктивными особенностями судна и системой разбивки его корпуса на секции. Так, стоечные постели, на которых лекальные поверхности создают путем установки на основание металлических стоек, целесообразно применять для сборки секций крупных и средних судов с неразрезным продольным (или поперечным) набором при условии небольшой его кривизны и с толщиной листов наружной обшивки или настила палубы более 8 мм (секции днища, бортов и палуб средней части корпуса).

Для сборки криволинейных секций с разрезным набором и толщиной обшивки менее 8 мм применять постели со стоечной лекальной поверхностью нецелесообразно. Сборка тонколистовой обшивки на редко расположенных стойках не обеспечивает плавности обводов и значительно усложняет стыкование секций между собой. Поэтому сборку секций с толщиной обшивки менее 8 мм необходимо выполнять на постелях с опорной поверхностью, состоящей из листовых лекал.

При сборке и сварке секций с криволинейными обводами на постелях необходимо надежно закреплять свободные кромки полотнища к верхним лекальным планкам постели. Это предотвращает деформацию (загибание) кромок полотнища в результате приварки к нему набора, а также дает возможность разметить контур секции по верхним лекальным планкам.

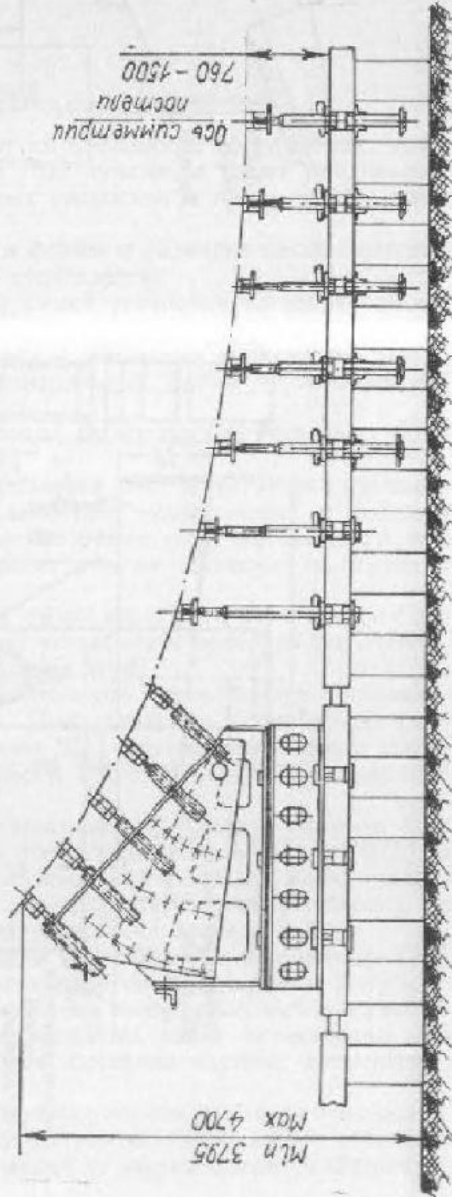


Рис. 132. Универсальная постель.



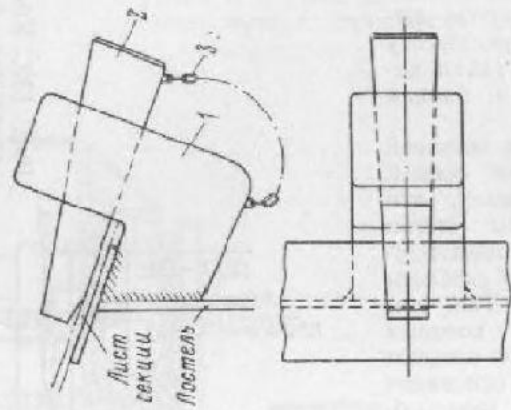


Рис. 134. Клиновыи прижим без откидной скобы.

1 — планка; 2 — клин; 3 — цепь.

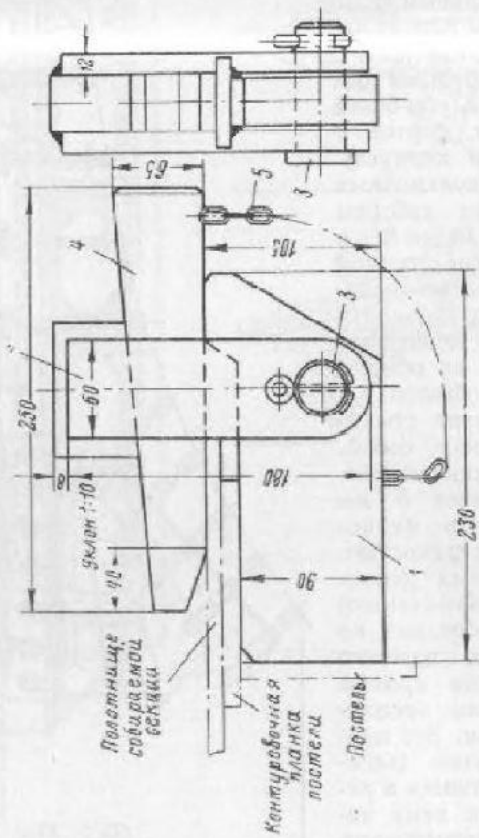


Рис. 133. Клиновыи прижим с откидной скобой.

1 — опорная планка; 2 — сварная скоба; 3 — штырь  $\varnothing 30$  мм,  $l = 30$ ; 4 — клин; 5 — цепь.

На рис. 133 изображен клиновыи прижим, который можно применять для закрепления кромок секций. Сварную откидную скобу поворачивают вокруг штыря, затем клин вставляют в скобу и прижимают кромку полошнша к верхней лекальной (контурирующей) планке постели. В зависимости от толщины листов толщину клина принимают равной 20—30 мм с соответствующим изменением размера скобы и опорной планки.

На рис. 134 показан клиновыи прижим другой конструкции — без откидной скобы.

#### § 48. СБОРКА И ПРОВЕРКА ОБЪЕМНЫХ СЕКЦИЙ ОКОНЕЧНОСТЕЙ

Секции оконечностей собирают на постелях и кондукторах, которые состоят из основания рамной конструкции, а также продольных и поперечных лекал, раскрепленных раскосами и профильными стойками.

Для обеспечения правильности формы и размеров секции постель тщательно проверяют. При этом допускается:

- продольное смещение лекал с линией установки на основании постели не более  $\pm 2$  мм;
- смещение линий ДП на лекалах и основании постели  $\pm 1$  мм;
- отклонение горизонтальных контрольных линий на лекалах постели по высоте  $\pm 2$  мм;
- отклонение верхних кромок лекал от контура проверочных шаблонов не более 3 мм.

Сборка наружной обшивки, разметка мест и установка продольного и поперечного набора, фундаментов, подкреплений и изделий насыщения производится теми же способами и в тех же допусках, которые были изложены в разделах сборки днищевой и бортовой секций.

При сборке секции носовой оконечности наибольшую трудность представляет установка и проверка форштевя, бортовых и палубных клюзов и цепных труб.

Перед установкой в секцию форштевень проверяют на прямолинейность в ДП натяжением нити. При установке в секцию на форштевни для контроля наносят линию ДП, теоретические линии шпангоутов в нижней части, ватерлинию и теоретическую линию верхней палубы.

Установленный форштевень проверяют по длине — замером расстояния от веска, опущенного из точки пересечения ДП с ГВЛ, до базового шпангоута, пробитого на основании постели. Замер производят с помощью рейки, веска и метра; отклонение форштевня по длине от заданного положения допускается не более  $\pm 8$  мм.

Положение форштевня по высоте от основной плоскости до ГВЛ проверяют с помощью рейки высот и шлангового ватерпаса; допускаемое отклонение по высоте  $\pm 10$  мм. Кроме того, проверяют отклонение форштевня от ДП — опусканием веска из точки пересечения ДП с ГВЛ на линию ДП, нанесенную на основании постели; допускаемое отклонение от ДП  $\pm 15$  мм.

Важной операцией при установке форштевня является стыкование его с наружной обшивкой. Соблюдение необходимых зазоров обеспечивает получение наименьших деформаций от сварки штевня с обшивкой.

После сборки и сварки верхней палубы с обшивкой борта приступают к установке *бортовых якорных клюзов*. До установки в секцию проверяют *форму отлива клюза*, после чего наносят на нем линию направления якорной цепи и плоскости двух крайних шпангоутов. На настиле верхней палубы пробивают линию ДП и теоретические линии шпангоутов. Затем по размерам, указанным в чертеже общего расположения якорного устройства, пробивают линию направления якорной цепи.

*Места вырезов для клюза* размечают по шаблонам на настиле палубы и бортовой обшивке секции. Клюз устанавливают в секцию таким образом, чтобы линии теоретических шпангоутов и линия направления якорной цепи на клюзе совпали с теми же линиями, нанесенными на верхней палубе и бортовой обшивке.

По чертежу расположения размечают места установки *цепных труб*, пробивая на настилах палуб взаимно перпендикулярные осевые линии (параллельно ДП и в плоскости шпангоута). *Вырезы для прохода труб* размечают по шаблонам их сечений, которые совмещают с осевыми линиями на настилах палуб. Вырезку отверстий производят газовым резаком. Установленные трубы закрепляют прихватками, после чего ставят палубные клюзы.

Сборка секции кормовой оконечности отличается сложностью установки ахтерштевня, мортир и кронштейнов гребных валов (из-за высоких требований, предъявляемых к точности сборки этих конструкций).

Положение *ахтерштевня по длине* секции проверяют опусканием веска через отверстие визирки, установленной на верхней втулке баллера, и через подпятник — в точку оси баллера руля, отмеченную на основании постели; отклонение по длине допускается  $\pm 8$  мм.

Положение штевня *по высоте* от основной проверяют шланговым ватерпасом от горизонтальной контрольной линии, нанесенной на стойке постели; допускаемое отклонение по высоте  $\pm 10$  мм.

*Отклонение ахтерштевня от ДП* проверяют опусканием веска с линии ДП на штевню на соответствующую линию, нанесенную на основании постели. Допускается отклонение от ДП предварительно расточенного ахтерштевня не более  $\pm 3$  мм.

Положение установленных *мортир и кронштейнов гребных валов* проверяют с учетом смещения центра отверстия от оси линии вала не более  $\pm 2$  мм и смещения торцов по длине вала не более  $\pm 3$  мм.

## § 49. СБОРКА И СВАРКА НАДСТРОЕК

Надстройки изготовляют и подают для установки на судно в виде блоков секций.

Если блок надстройки многоярусный, то сначала из плоскостных секций и узлов собирают и сваривают отдельные ярусы надстройки (либо целиком, либо в виде мелких объемных конструкций), которые затем собирают в блок секций.

*Ярусы надстроек собирают и сваривают на сборочных стендах в перевернутом состоянии в следующей очередности:*

1. Укладывают плоскостную секцию крыши надстройки *набором вверх* и прижимают ее к стенду; при наличии у крыши поперечной или продольной погни под наружные кромки подкладывают клинья.

2. По разметке и направляющим планкам на крышу секции устанавливают стенки надстройки и выгородки, причем сначала устанавливают внутренние переборки и выгородки, а затем — наружные стенки надстройки (рис. 135).

3. Проверяют правильность установки стенок и переборок по крену и дифференту и прикрепляют их электроприхватками — сначала к крыше надстройки.

При установке стенок, переборок и выгородок на крышу надстройки и для проверки их положения могут быть использованы магнитные фиксаторы.

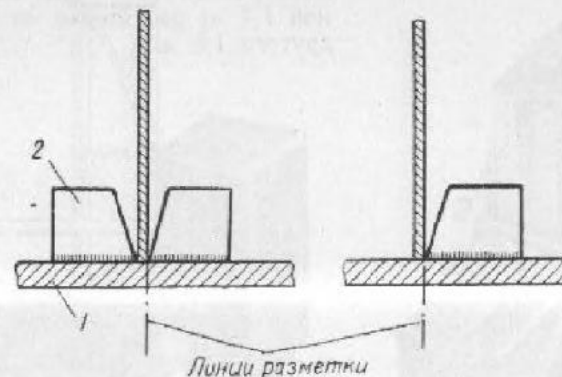


Рис. 135. Направляющие планки при установке на крышу надстройки переборок и выгородок.

1 — крыша надстройки; 2 — направляющие планки.

Простейший *магнитный фиксатор-держатель* — представляет собой плиту с плоским основанием и с боковыми гранями, расположенными под различными углами к основанию; (как частный случай угол может быть прямым, когда переборки устанавливают вертикально).

Более универсальная конструкция *магнитного фиксатора-установщика* показана на рис. 136. Приспособление состоит из двух магнитов, соединенных планками на штырях, которые дают магнитам возможность поворачиваться на  $360^\circ$ .

Зажимной винт посередине планок позволяет зафиксировать положение магнитов при желаемом угле поворота. Рабочие плоскости магнитов выполнены с различными прорезями и канавками — для более устойчивого положения соединяемых деталей различной формы.

Могут быть использованы *магнитные установочные шарниры* из двух отдельных магнитов (рис. 137), скрепленных двумя планками и фиксируемых вручную барашками. Чтобы облегчить снятие их после использования, фиксаторы оборудованы шунтирующими устройствами для включения и отключения магнитов.

Представляет некоторый интерес *трехтонный мостовой кран с электромагнитами*, приведенный в одном из зарубежных журналов (рис. 138). С помощью магнитов этот кран может поднимать, поворачивать и устанавливать детали в любое положение — от горизонталь-

ного до вертикального. Верхняя мачта закреплена на поворотном шариковом кольце диаметром 2,44 м, смонтированном в средней части крановой тележки. Нижняя, подвижная мачта телескопически поднимается и опускается до пола, причем вертикальное ее перемещение фиксируется роликами, катящимися по направляющим. Подъемный механизм состоит из зубчатой передачи, стального барабана и приводного двигателя мощностью 20 л. с.

Внутри нижней мачты установлен другой подъемный механизм с электродвигателем мощностью 10 л. с., предназначенный для изменения наклона рамы, к которой и прикреплены электромагниты. Электромагнитов — два, каждый длиной 1,4 м; расстояние от одного до другого 1,8 м.



Рис. 136. Магнитный фиксатор-установщик.

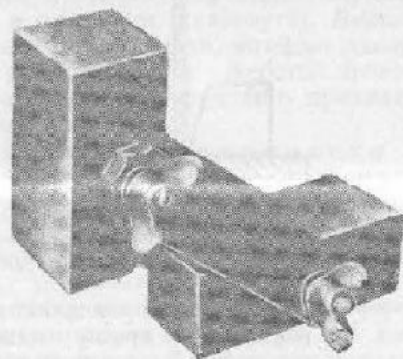


Рис. 137. Магнитный установочный шарпир.

Для фиксирования рамы в горизонтальном положении служат ограничительные цепи; остановка рамы в вертикальном положении осуществляется автоматически, посредством конечного выключателя. Перемещение крановой тележки в поперечном направлении происходит с помощью универсального приводного вала, соединенного зубчатой передачей с электродвигателем мощностью 5 л. с.

Трехтонный крановый гак служит при использовании крана только в качестве грузоподъемного устройства.

4. Ставят прихватки: по нижним соединениям — от середины каждой секции к краям, а по вертикальным — снизу вверх.

5. Подкрепляют рыбаками свободные кромки секции.

6. Сваривают вертикальные швы стенок переборок и выгородок.

7. Приваривают стенки, переборки и выгородки к крыше надстройки ячейковым методом — от середины крыши к краям.

8. Устанавливают и приваривают детали насыщения, не установленные при изготовлении узлов и плоскостных секций.

9. Перекаптовывают надстройку и устанавливают детали насыщения на крышу снаружи.

В табл. 40 приводятся способы проверки и допуски при установке различных деталей насыщения.

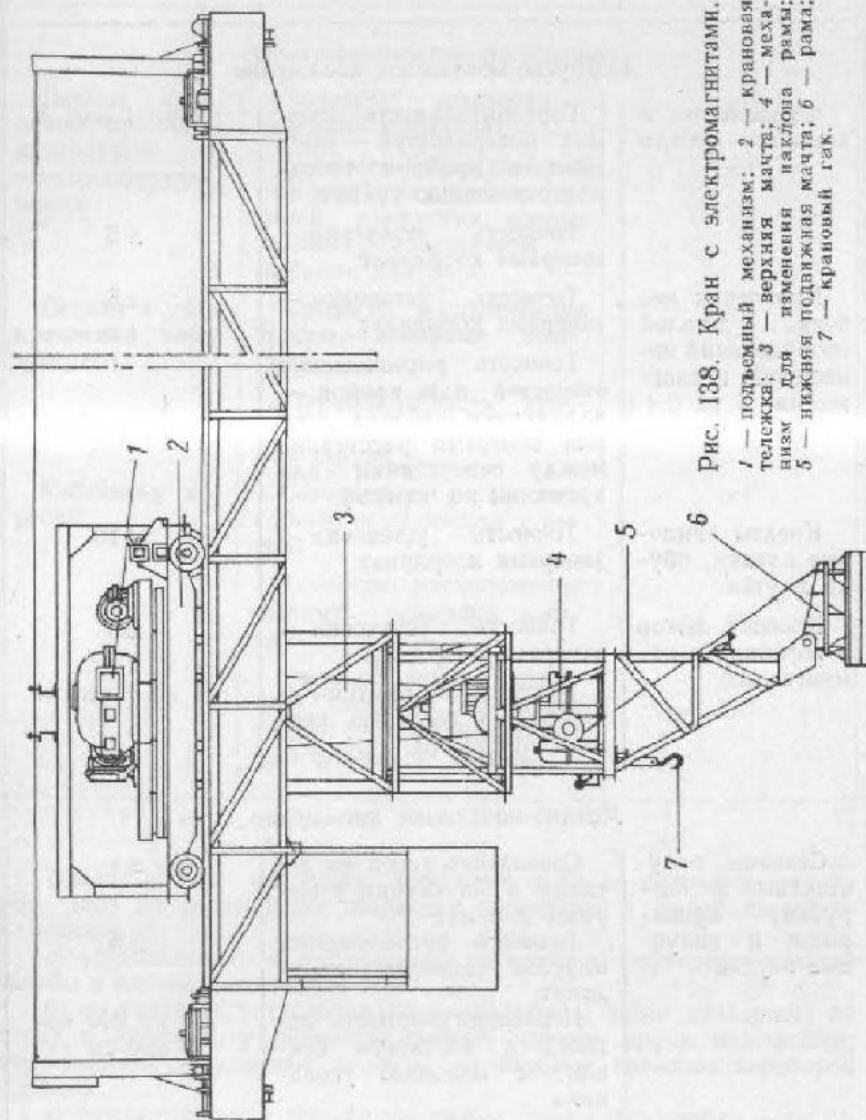


Рис. 138. Кран с электромагнитами.  
1 — подъемный механизм; 2 — крановая тележка; 3 — верхняя мачта; 4 — механизм для изменения наклона рамы; 5 — нижняя подвижная мачта; 6 — рама; 7 — крановый гак.



## Способы проверки и допуски на установку деталей насыщения

Наименование деталей	Способы проверки	Допускаемое отклонение, мм
<b>Корпусно-монтажное насыщение</b>		
Фундаменты и комингсы мебели	Горизонтальность опорных поверхностей — замерами в крайних точках или с помощью уровня	$\pm 1$ на 1 пог. м
	Точность установки — замерами координат	$\pm 5$
Крепления мебели, деталей оборудования помещений и снабжения	Точность установки — замерами координат	$\pm 5$
	Точность расположения отверстий или кромок — наложением шаблона, реек или замерами расстояний между отверстиями или кромками по чертежу	
Кнехты, киповые планки, обухи и утки	Точность установки — замерами координат	$\pm 10$
Крышки люков и горловин с комингсами	Точность установки — замерами координат	$\pm 5$
	Бухтины и вмятины — замерами с помощью шергея или нитки	$\pm 1$ на 1 пог. м
<b>Механо-монтажное насыщение</b>		
Стаканы, полустаканы и патрубки; приварыши и палубные втулки	Совпадение рисок на деталях и на секции у вырезов для них	$\pm 1$
	Точность расположения вырезов — замерами координат	$\pm 5$
	Перпендикулярность деталей к плоскости секции — с помощью угольника	$\pm 1$ на 200 мм высоты
Трубопроводы	Точность расположения конечных фланцев от контрольных линий — замерами координат от рисок на фланцах	$\pm 5$

Наименование деталей	Способы проверки	Допускаемое отклонение, мм
<b>Электромонтажное насыщение</b>		
Детали креплений проводов, аппаратуры и электрооборудования	Точность установки — замерами координат	$\pm 5$
	Точность расположения отверстий или кромок деталей крепления одного прибора — наложением шаблона или реек	$\pm 1$
Детали и узлы креплений электротрасс	Точность расположения трассы — замерами координат	$\pm 5$
	Прямолинейность трассы — по натянутой нити или струне	$\pm 1,5$ на 1 пог. м
Кабельные коробки	Совпадение рисок на коробке и на секции у выреза	$\pm 1$
	Точность расположения вырезов — замерами координат	$\pm 5$
	Параллельность фланцев коробок плоскости секции — замерами отстояния фланца от секции	$\pm 1$

Блоки секций надстроек собирают либо в сборочно-сварочном цехе, либо на специальных сборочных площадках в такой последовательности:

а) устанавливают и выравнивают по крену и дифференту секцию палубы в районе надстройки;

б) по разметке устанавливают на палубу, а затем проверяют по крену и дифференту объемную секцию первого яруса надстройки, причарчивают и удаляют припуск по нижним кромкам переборок и стенок;

в) прихватывают к палубе наружные стенки надстройки — от середины к краям, а затем — внутренние переборки и выгородки;

г) приваривают ячейковым методом секцию первого яруса к палубе;

д) устанавливают и приваривают оставшиеся детали насыщения в первом ярусе надстройки;

е) устанавливают и приваривают остальные ярусы надстройки;

ж) производят правку надстройки и проводят испытания непроницаемости; сдают надстройку под окраску и изоляцию (о способах правки см. раздел девятый Справочника).

### § 50. СБОРКА И СВАРКА ФУНДАМЕНТОВ, СТРЕЛ И ДРУГИХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ РАБОТ

Сборку и сварку фундаментов чаще ведут в перевернутом виде, т. е. начинают с укладки и закрепления в кондукторе или на сборочной плите опорных планок; затем размечают и устанавливают верти-

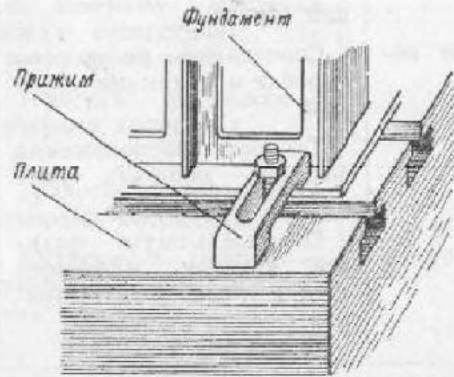
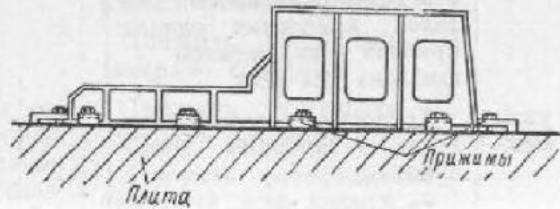


Рис. 139. Жесткое закрепление фундамента к сборочной плите.

кальные и наклонные стенки фундамента (рис. 139). Часто сварку опорной планки с продольной стенкой фундамента выполняют предварительно, и узлы в таком виде подают на сборку.

Затем сваривают стенки фундамента и приваривают поперечные стенки (бракеты) к опорным планкам.

Рекомендуемая последовательность сборки и сварки фундаментов имеет целью *уменьшить сварочные деформации* и отклонения от заданной формы при изготовлении фундаментов.

Деформации фундаментов могут быть уменьшены также за счет: а) точности изготовления деталей фундамента и качества сборки, прежде всего — обеспечения заданных зазоров под сварку;

б) сварки фундаментов с жестким закреплением на плите или с применением предварительного изгиба кромок деталей в направлении, обратном ожидаемым деформациям;

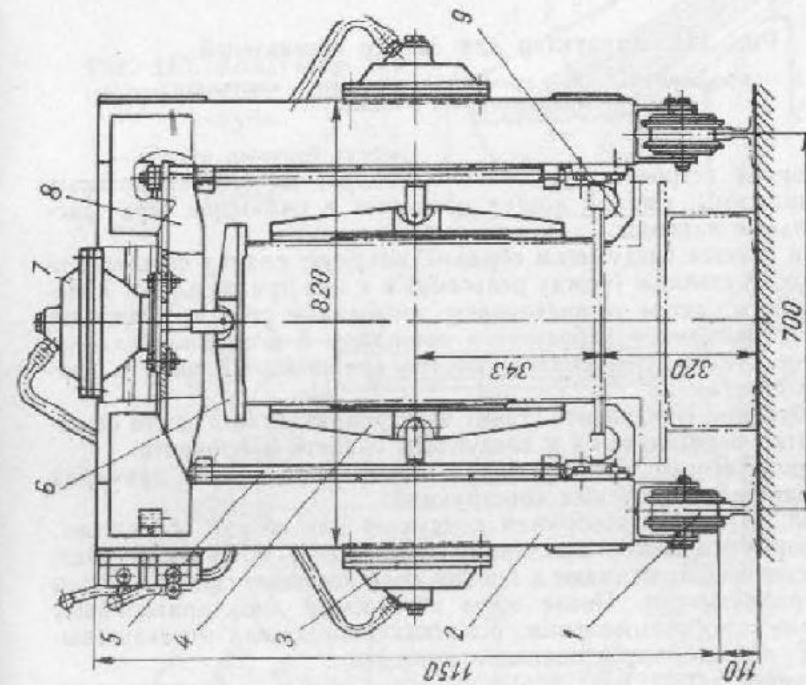
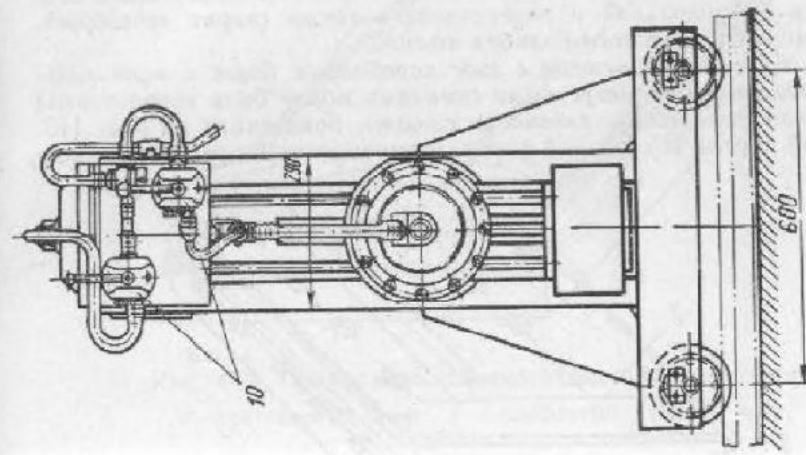


Рис. 140. Установка для сборки коробчатых балок.

1 — катки; 2 — сборочный портал; 3, 7 — пневмоцилиндры; 4, 6 — прижимы; 5 — титя; 8 — основание; 9 — распределительный клапан; 10 — кулаки.

в) применения временных раскреплений (ребер жесткости, рыбин) во время сварки тех фундаментов, конструкция которых является недостаточно жесткой;

г) одновременной сварки фундамента относительно основных осей симметрии — продольной и поперечной, а также сварки «вразброс», без превышения заданного калибра швов.

Для сборки фундаментов в виде коробчатых балок с вертикальными продольными и поперечными стенками может быть использована передвижная установка с пневмоприжимами, показанная на рис. 140. Сборочный портал П-образной формы перемещается по рельсам на кат-

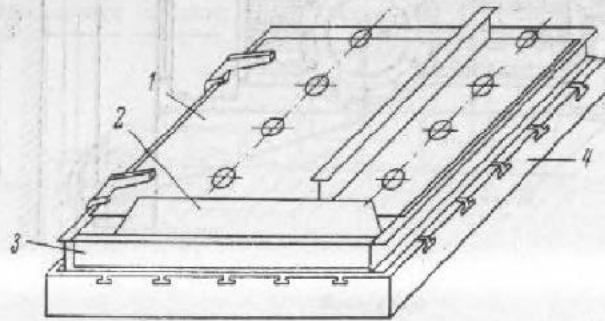


Рис. 141. Кондуктор для сборки обтекателей.

1 — крестовина; 2 — временная планка жесткости; 3 — кондуктор; 4 — планка.

ках. В портал встроены три пневмоцилиндра, на штоках которых имеются прижимы; сжатый воздух поступает в цилиндры через распределительные клапаны.

Сборка ведется следующим образом: опорную планку фундамента укладывают на стеллаж (между рельсами) и к ней прихватывают поперечные brackets; затем устанавливают продольные стенки, поджимая их двумя прижимами 4 к brackets и прижимом 6 к опорной планке; основание и кулаки, поднимаясь, плотно прижимают планку к вертикальным стенкам.

На собранном фундаменте ставят электроприхватки в месте обжатия, и портал передвигается к следующей bracketsе фундамента.

Принципы сборки в кондукторах можно показать на примерах сборки различных корпусных конструкций.

На рис. 141 и 142 изображен кондуктор для сборки обтекателя. В кондуктор укладывают крестовину, а на нее — обтекаемый лист; кромки последнего прижимают к крестовине с помощью скоб и клиньев и затем прихватывают. После этого обтекаемый лист приваривают к крестовине «пробочным» швом, половинку обтекателя перекантовывают на другую сторону и операции повторяют.

Применение такого кондуктора упрощает сборку и уменьшает деформации от сварки; отпадает необходимость в правке конструкций.

На рис. 143 показан кондуктор для сборки дымовой трубы вместе с внутренней плоской стенкой. В кондуктор укладывают сначала деталь дымовой трубы с погибью, а затем стенку, которая плотно

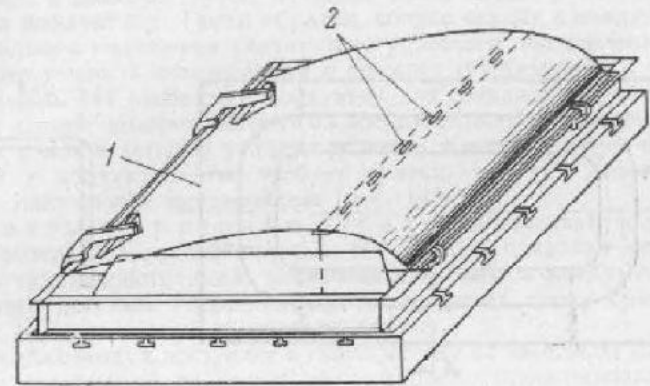


Рис. 142. Приварка обтекаемого листа к крестовине.

1 — обтекаемый лист; 2 — пробочный сварной шов.

Рис. 143. Кондуктор для сборки секции дымовой трубы.

1 — секция дымовой трубы; 2 — внутренняя плоская стенка.

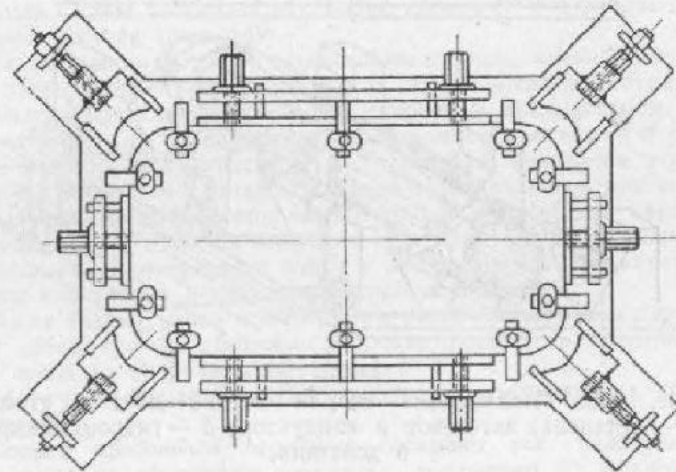
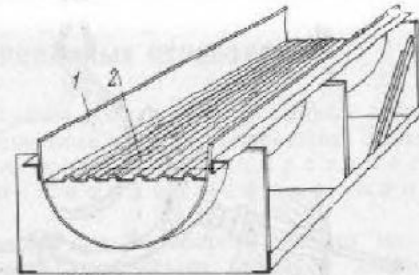


Рис. 144. Кондуктор для сборки и сварки комингсов легких дверей.



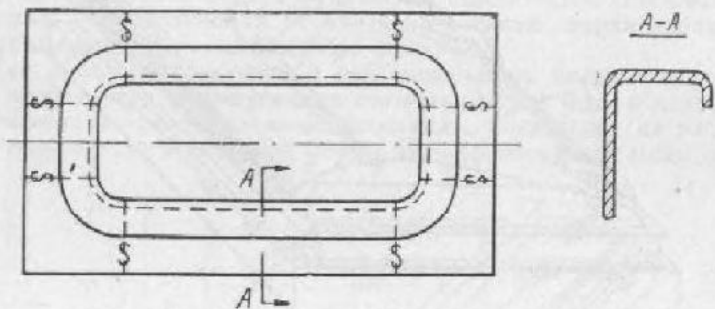


Рис. 145. Комингс двери.

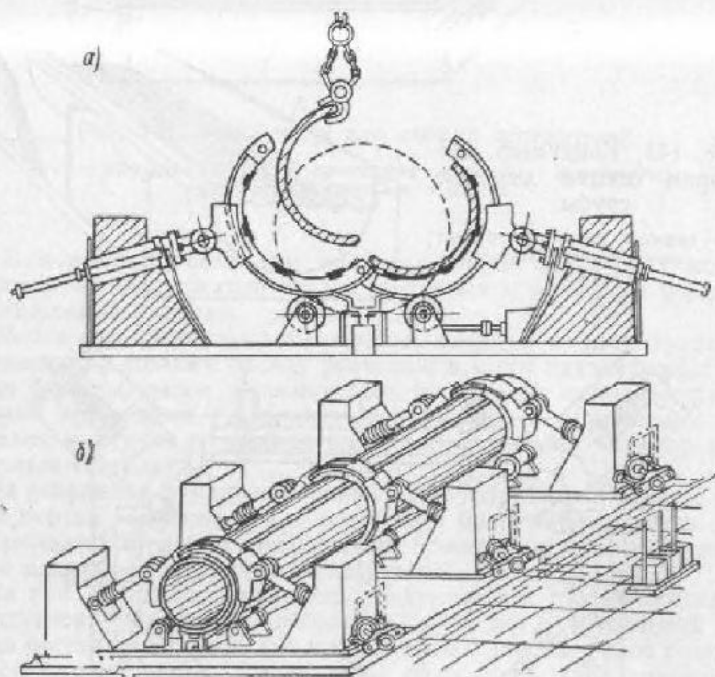


Рис. 146. Механизация сборки секций мачт и стрел:  
*а* — установка заготовок в кондуктор; *б* — гидроцилиндры в действии.

прилегает к дымовой трубе и своим весом обеспечивает прилегание трубы к кондуктору. Таким образом, сборка секции в кондукторе в горизонтальном положении значительно упрощает подгоночные работы, повышает точность изготовления и снижает трудоемкость.

На рис. 144 изображен кондуктор для сборки и сварки комингсов легких дверей; комингс состоит из восьми деталей — четырех штампованных полос и четырех угловых вставок. Комингс, собранный и сваренный в кондукторе, не требует правки, так как деформации от сварки получаются минимальные (рис. 145).

Мачты и грузовые стрелы изготавливают чаще из двух предварительно согнутых половин. На рис. 146 показана механизация сборки таких конструкций: установка заготовок в кондуктор и одновременное действие гидроцилиндров, обжавших трубу сразу в трех точках для постановки электроприхваток.

Сжатый воздух поступает в гидросистему от заводской магистрали, причем давление в гидросистеме повышается пропорционально квадрату отношения диаметров пневмо- и гидроцилиндров. При давлении воздуха в  $4 \text{ кг/см}^2$  для получения давления зажима  $100 \text{ кг/см}^2$  необходимо иметь диаметр пневмоцилиндра порядка  $20 \text{ см}$ , а диаметр гидроцилиндра — около  $4 \text{ см}$ .

## § 51. ИЗГОТОВЛЕНИЕ ГОФРИРОВАННЫХ ПЕРЕБОРОК

На рис. 147 и 148 изображены секции гофрированных конструкций: главная продольная и половина главной поперечной переборки танкера. Рассмотрим на этих примерах технологические процессы сборки и сварки гофрированных конструкций.

Для удобства работы каждая из переборок разбита на узлы: гофрированное полотнище состоит из восьми узлов, а набор — из узлов шельфов, доковой стойки и рамных стоек с поясками и ребрами жесткости. Узлы полотнищ переборок собирают и сваривают на специальной постели (рис. 149).

На основании постели установлены лекала, имеющие вырезы по вершинам и впадинам гофров в местах стыков деталей. В этих вырезах установлены флюсовые ручки под сварочные автоматы (см. сечения по *Г-Г* и *Д-Д*). В коробке *а* уложен жестяной желоб *б* с брезентовым мешком для флюса *д*, под которым находится воздушный шланг *в* с запорным клапаном *г*. Поддон предназначен для собирания флюса, рассыпающегося при сварке стыков гофров; для каретки сварочного автомата имеются направляющие пути. Сборку и сварку узлов полотнищ ведут от среднего гофра к краям, передвигая каретку с автоматом поочередно к отдельным стыкам деталей.

После сварки узлов полотнищ их раскрепляют по вершинам гофров у обеих кромок рыбинами, перекаютываю и производят подварку швов на сборочных площадках.

Сборку и сварку секций переборок выполняют на сборочных постелях.

Секцию продольной переборки собирают так: узлы полотнища укладывают на сборочную площадку, подгоняют их попарно, собирают и сваривают с рамными стойками. Затем собирают секцию на сборочной постели и сваривают; сквозь вырезы в стойках протаски-



Рис. 147. Продольная гофрированная переборка в сборе.

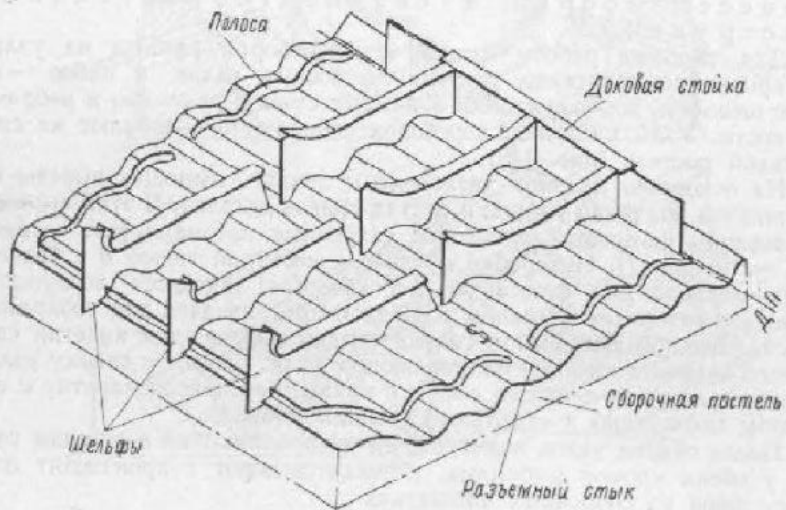


Рис. 148. Поперечная гофрированная переборка в сборе.

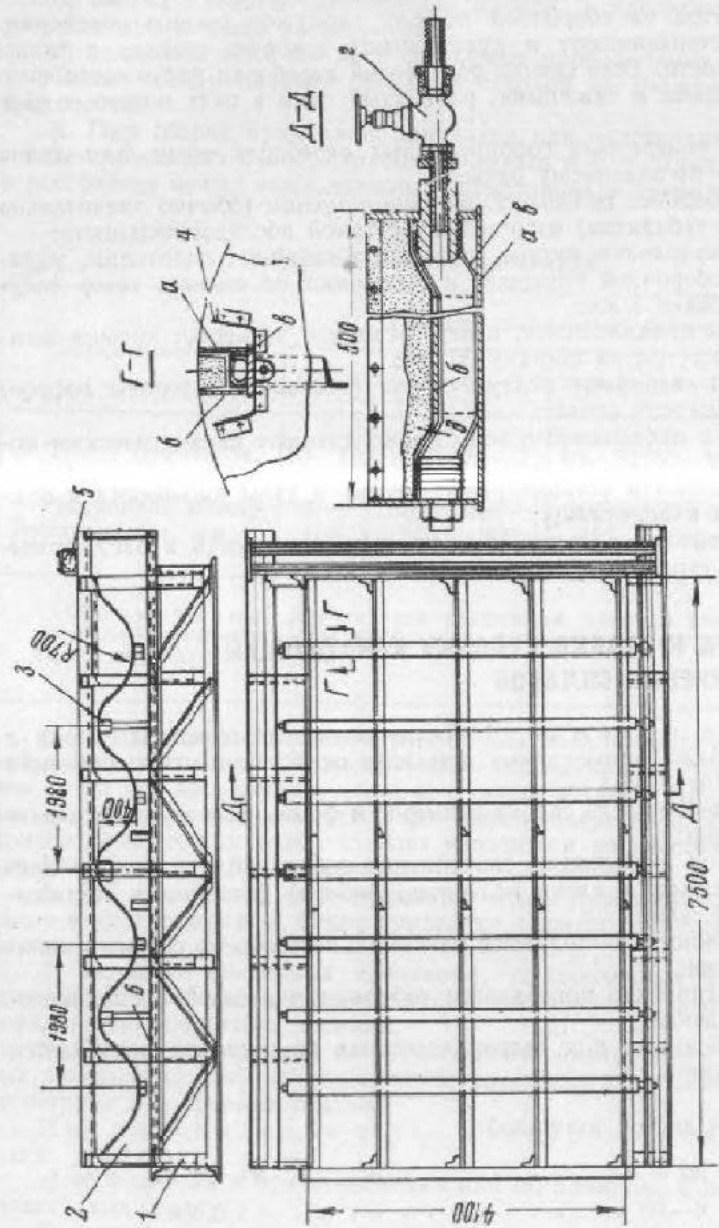


Рис. 149. Постель для сборки и сварки узлов полотнищ гофрированных переборок.  
 1 — основание постели; 2 — лекало; 3 — флюсовая ручка; 4 — поддон; 5 — направляющие пути для каретки сварочного автомата.

вают продольные ребра жесткости, закрепляют их электроприхватками, устанавливают кницы и сваривают их полуавтоматами.

Секцию поперечной переборки собирают аналогично. Сначала на сборочной площадке собирают и сваривают шельфы с узлами полотнища, а затем на сборочной постели собирают секцию переборки. Заводят, устанавливают и приваривают доковую стойку, а также ребра жесткости. Если секции поперечной переборки получаются чрезмерно большими и тяжелыми, разъемный стык в цехе можно не сваривать.

Секции поперечных гофрированных переборок могут быть точно изготовлены по заданному размеру.

Гофрированные тонколистовые конструкции (обычно значительно меньше по габаритам) изготавливают в такой последовательности:

а) гофрированные листы, на которых собирают полотнище, укладывают на сборочной площадке и подгоняют по стыкам; зазор допускается не более 1 мм;

б) листы прихватывают, и перед сваркой зачищают кромки шлифовальным кругом на ширину 20 мм;

в) стыки сваривают с двух сторон (сначала со стороны гофров) либо на магнитном стенде;

г) швы и околошовную зону проколачивают пневматическим молотком;

д) размечают и устанавливают детали и узлы насыщения и приваривают их к полотнищу;

е) испытывают сварные швы на непроницаемость и грунтуютывают конструкцию; маркируют и сдают ОТК.

## § 52. СБОРКА И СВАРКА СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Общие правила. 1. Технологические процессы сборки и сварки, а также применяемые при этом оснастка и приспособления должны обеспечивать:

а) получение после сварки размеров и формы конструкций, заданных чертежами;

б) быстрое и надежное закрепление собранной под сварку конструкции (стыков и назов полотнищ, набора) различными прижимными устройствами;

в) возможность выполнения максимального объема сварки в нижнем положении;

г) предохранение поверхности собираемых деталей от механических повреждений.

2. В собранных под сварку стыковых соединениях допускается смещение кромок.

Для листов толщиной:

до 5 мм . . . . .	до 0,5 мм
6—10 мм . . . . .	1,0 мм
свыше 12 мм . . . . .	10% толщины листов

3. На поверхности свариваемых кромок не должно быть оксидной пленки, краски, масла и других загрязнений. Очистку производят одним из двух способов:

а) обезжириванием свариваемых кромок и прилегающих к ним участков при помощи растворителя;

б) зачисткой этих же мест стальными проволочными щетками.

Время между началом сборки и сваркой не должно превышать трех суток.

4. При сборке применяют прихватки или эластичные крепления в виде прижимных балок, струбцины, клиньев и т. д. Длина прихваток и расстояние между ними должны соответствовать данным табл. 41.

Таблица 41

Характеристики прихваток

Характеристики	Толщина свариваемых деталей, мм					
	до 1,5	2,0—4,5	5,0—8,0	10,0—16	18—25	более 25
Длина прихваток, мм	10—15	20—25	30—35	40—50	60—80	90—100
Расстояние между прихватками, мм	80—100	100—150	150—200	200—250	250—300	300—350

Примечание. Допускается увеличение длины и уменьшение шага для прихваток, обеспечивающих прочность конструкции при кантовке и транспортировке.

5. Прихватки выполняются ручной или полуавтоматической сваркой в защитных газах с использованием тех же присадочных материалов и при тех же режимах, что и при сварке деталей. Прихватки ставят от середины свариваемого соединения поочередно в обе стороны, причем крайние прихватки должны находиться на расстоянии не менее 10—20 мм от края соединения.

6. На прихватках не допускаются поры, трещины, подрезы металла и другие дефекты: такие прихватки должны быть удалены и заменены новыми.

7. Удаление временных креплений, установленных при сборке, производится пневматическим зубилом с последующей зачисткой шлифовальными фибровыми дисками.

8. Сварка конструкций из алюминиевых сплавов ведется в закрытых помещениях, либо обеспечивается средствами защиты зоны сварки от ветра и атмосферных осадков.

Последовательность изготовления сварных узлов:

а) сборка узла в приспособлении или по разметке, с подготовкой деталей под сварку;

б) сварка узла в приспособлении или на плите, с обжатием околошовной зоны;

в) испытание непроницаемости;

г) грунтовка узла.



Порядок сборки клепаных узлов:

- а) сборка узла в приспособлении или на плите с помощью зажимных скоб или струбцин;
- б) сверление отверстий под сборочные болты по разметке или через отверстия в одной из деталей;
- в) установка сборочных болтов и сверление отверстий под заклепки;
- г) разборка узла для удаления стружки и заусенцев после сверления;

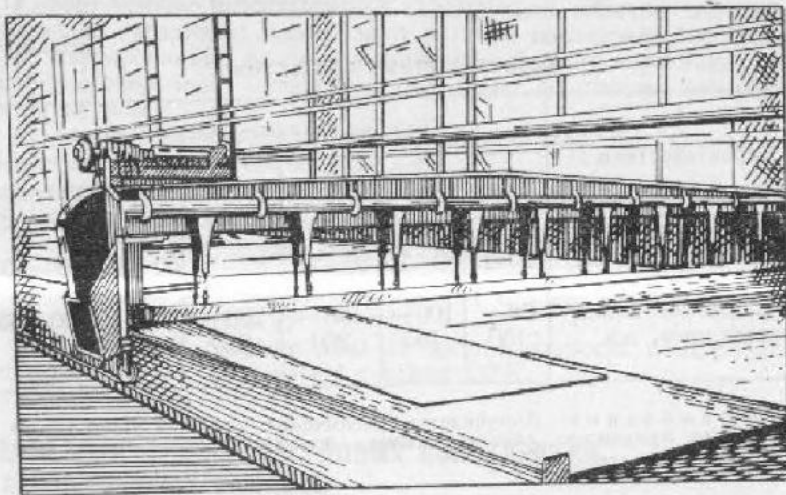


Рис. 150. Стенд с прижимной балкой для сварочных работ.

- д) покрытие грунтом прилегающих поверхностей склепываемых деталей;
  - е) сборка узла на сборочных болтах (иногда с установкой прокладок);
  - ж) клепка узла, с последовательным снятием сборочных болтов;
  - з) испытание непроницаемости;
  - и) грунтовка узла.
- Последовательность изготовления секций и полотнищ:

а) сборка и сварка полотнища секции на плоских сборочных стендах с применением прижимных балок (рис. 150) или на постелях с прижатием листов к постели;

- б) разметка и зачистка на полотнище мест установки набора;
- в) установка и приварка набора;
- г) снятие прижимных устройств;
- д) разметка места и установка деталей насыщения.

При стальной сборке рекомендуется:

а) удалять монтажные припуски в секциях ручной электродуговой резкой, фрезерными машинками или ручной пневматической пилой с зубчатым диском;

б) разделять кромки под сварку фрезерной машинкой с концевыми или торцовыми фрезами;

в) продольный и поперечный набор по монтажным соединениям секций, недоваренный на длине  $200 \pm 400$  мм, приваривать при стальной сборке;

г) заделку отверстий производить с помощью вставок, выполняемых сваркой в защитных газах.

Правка конструкций из алюминиевых сплавов может быть выполнена:

- а) в холодном состоянии;
- б) нагревом поверхности узкими полосами вольфрамовым электродом без присадки;
- в) наложением «холостых валиков»;
- г) нагревом ацетилено-кислородным пламенем до температуры  $320-350^\circ \text{C}$  (температура нагрева проверяется с помощью специальных термических карандашей).

Наиболее эффективной правкой полотнищ является горячая правка. Бухтину нужно плотно прижать к плите (или постели) балками или грузами, установленными на расстоянии  $30-40$  мм один от другого; затем произвести нагрев поверхности бухтин вольфрамовым электродом или ацетилено-кислородным пламенем с последующим охлаждением места нагрева струей сжатого воздуха.

Правку секций небольших размеров, получивших при сварке общий изгиб, производят за счет обратного пластического выгиба секций в результате обжатия средней части секций грузами или прижимными балками. Правку ведут, увеличивая постепенно силу нажатия на бухтину.

Для правки секций больших размеров применяют два способа:

а) при развале секций — нагревом ацетилено-кислородным пламенем поясков и частей стенок набора в нескольких сечениях (см. раздел девятый Справочника) с одновременным обжатием секции грузами или прижимными балками;

б) при завале секций — нагревом ацетилено-кислородным пламенем мест приварки ребер жесткости со стороны, обратной набору (иногда это делают после установки секции на судно и обварки ее по контуру).

Правку конструкций, установленных на судне, можно проводить путем нагрева бухтин вольфрамовым электродом, ацетилено-кислородным пламенем или наложением «холостых валиков» параллельно набору на расстоянии  $100$  мм от него; перекрещивание «холостых валиков» не допускается.

## § 53. СБОРКА СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Основное требование, предъявляемое к сборочным работам при изготовлении конструкций из пластмасс, — это правильное выполнение соединений из однородных и разнородных материалов (например, пластика с пластиком, металла с пластиком, дерева с пластиком и т. д.).

Основными видами соединений являются: а) механическое (заклепочное, винтовое, болтовое); б) клеевое; в) комбинированное (механическое с клеевым) и г) сварное (только для термопластичных пластмасс).

## Методы сварки пластмасс

Для соединения металла и дерева с пластмассами или различных видов пластмасс между собой применяют стыковые и угловые конструкции, а также соединения внахлестку.

Соединение деталей с применением *винтов, болтов и заклепок* осуществляют обычно *внахлестку* (рис. 151); при соединении двух пластмассовых листов необходимо применять металлические прокладки

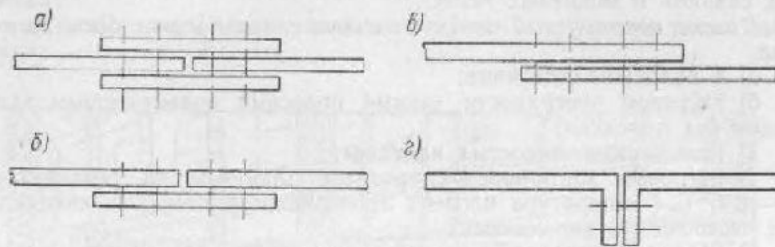


Рис. 151. Конструкции соединений детали из пластмасс: а — с двумя накладными планками; б — с одной накладной планкой; в — внахлестку (внакрой); г — угловое соединение.

(шайбы) для предохранения листов от возможных повреждений и для распределения усилий на большую площадь при стягивании.

При выполнении *клееного соединения* клей равномерно наносят на обе склеиваемые поверхности слоем толщиной 0,2—0,5 мм; удельное давление прижима должно быть не менее 0,01 кг/см<sup>2</sup>. Продолжительность выдержки под давлением при температуре 15—25° С не менее суток.

На рис. 152 показана конструкция *стыкового соединения из стеклоткани*. При выполнении его соблюдают определенную последовательность операций:



Рис. 152. Стыковое соединение листов из пластмасс.

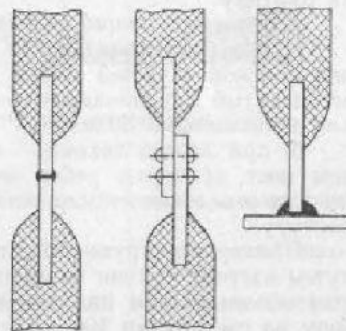
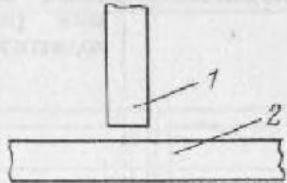
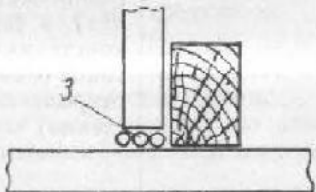
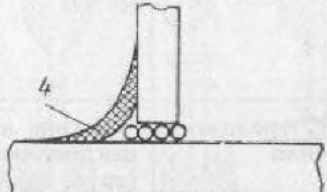
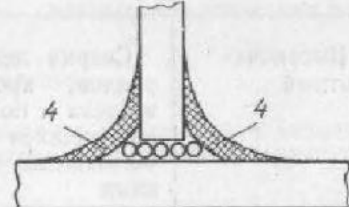


Рис. 153. Соединение пластмасс посредством заформованных металлических полос.

- раскраивают стеклоткань для накладок;
- подгоняют соединяемые кромки;
- устанавливают монтажные накладки по длине паза и заполняют зазор ровницей (стеклоткань с одинаково направленной структурой), пропитанной связующим веществом;
- снимают монтажные накладки после полимеризации, зачищают район приформовки наждачным кругом, очищают от пыли и обезжиривают;
- приформовывают накладки.

Наименование метода	Область применения	Технология
Термоконтактный	Сварка мягких пластиков небольших толщин (полихлорвинил, полиэтилен)	Заготовки сложить, зажать в приспособлении, нагреть электроутюгом или роликом до температуры 120—400° С в зависимости от материала
Газопламенный	Сварка мягких пластиков большой толщины (винипласт, полиэтилен), а также твердых конструкционных пластиков (винипласт, полистирол, органическое стекло)	Направить струю нагретого воздуха или газа из горелки на место требуемого соединения
Ультразвуковой	Сварка термопластических материалов — полиэтилена, пропилена и других полиамидов	Материал в месте соединения обработать ультразвуковыми колебаниями с одновременным давлением электродами — излучателями колебаний
С помощью трения	Сварка изделий концентрической формы (труб, цилиндров) из твердых термопластов	Вращать на станке свариваемые детали (можно в противоположные стороны) до перехода их в пластичное состояние с одновременным сдавливанием деталей
Высокочастотный	Сварка любых материалов, кроме полиэтилена и полистирола, являющихся высокочастотными диэлектриками	Нагреть материал в электрическом поле, создаваемом токами высокой частоты, с одновременным сдавливанием в месте соединения, можно вращающимися роликами

## Последовательность выполнения углового соединения деталей из стеклопластика

Содержание работы	Эскиз
Раскроить стеклоткань для угольника (детали 1 и 2) и подогнать детали	
Установить детали под требуемым углом и проложить пропитанный связующим стеклоткань 3	
Последовательно промазывая связующим, укладывать и укатывать стеклоткань до получения требуемой толщины 4	
Выполнить то же с противоположной стороны угольника	

При сварке пластмасс соединение деталей осуществляется путем доведения их до пластичного состояния с последующим обжатием в месте сварки. Наиболее производительным, обеспечивающим равнопрочность сварного соединения с основным материалом, является высокочастотный метод (табл. 42).

При соединениях конструкций из стеклопластика, а также для сборки их с металлическими конструкциями применяют заформованную в стеклопластик металлическую полосу (рис. 153). В этих случаях сборочные и сварочные работы по существу ничем не отличаются от работ, выполняемых при металлических судовых конструкциях.

Последовательность выполнения угловых соединений из стеклопластика показана в табл. 43.

Детали насыщения в пластмассовых надстройках и выгородках крепят с помощью болтов и шурупов, клеев; используют также приформовку.

Испытывать пластмассовые конструкции на непроницаемость можно водой, керосином или сжатым воздухом.

## § 54. СБОРКА БЛОКОВ СЕКЦИЙ КОРПУСА

Блоки секций корпусов судов формируются из объемных и плоскостных секций, узлов и деталей, как правило, в горизонтальном положении.

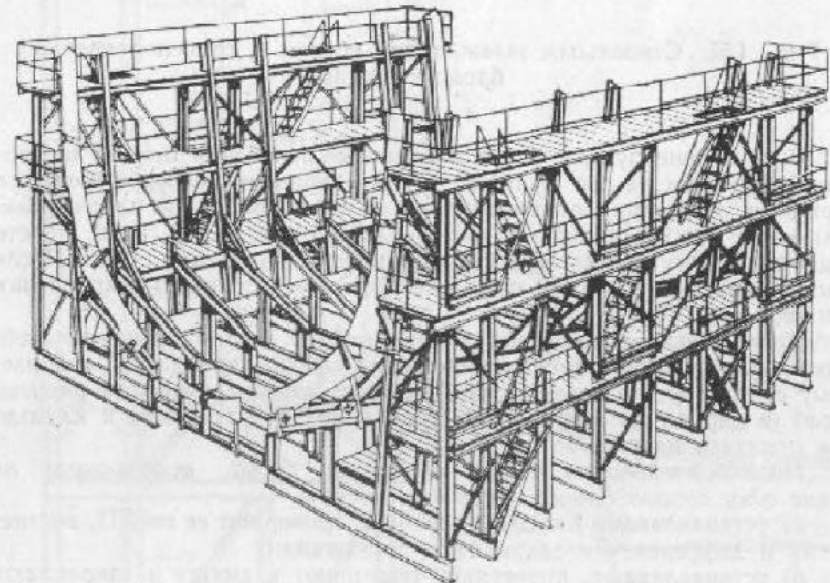


Рис. 154. Станель-кондуктор для сборки и сварки блоков секций.

Сборка и сварка блоков секций осуществляется:

а) в станель-кондукторах, воспроизводящих требуемые обводы блока секций (рис. 154);



б) на опорных устройствах типа кильблоков и клеток, т. е. с применением оснастки и методов стапельных работ;

в) на стапельных тележках, служащих и для сборки и для транспортировки блоков секций к построечным местам (рис. 155).\*

На рис. 156 показан универсальный стапель-кондуктор для сборки блоков секций малых и средних судов. Он состоит из жесткой лекальной пространственной фермы А, опирающейся на основание башни В посредством клино-винтового домкрата С; ферма соединяется с вертикальными стойками башни с помощью серег Д. После сборки и сварки блок вывозят на тележке для стыкования с другими блоками.

Этот же стапель-кондуктор может служить для сборки корпуса целиком, с последующей транспортировкой его на тележках для окончания монтажных работ и спуска судна на воду.

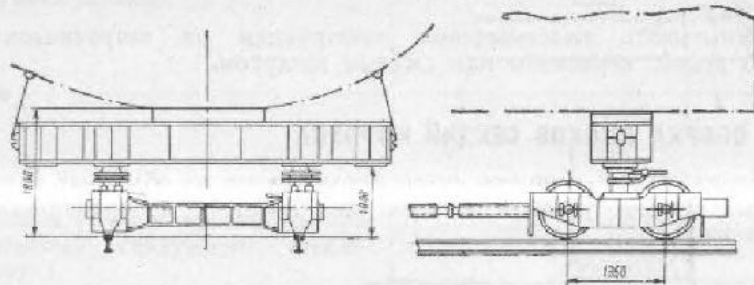


Рис. 155. Стапельная тележка для сборки и транспортировки блоков секций.

Если в конструкции блока поперечные переборки отстоят от торцов больше чем на две шпации, то для сохранения обводов блока по торцам и облегчения стыкования его со смежным блоком на построечном месте нужно ставить разборные монтажные рамы (или просто распоры) по внутреннему контуру торцового монтажного стыка. После стыкования блоков секций и сварки монтажных стыков эти крепления снимают.

Для уменьшения местных деформаций от сварки по криволинейным стыкам, особенно при расположении набора параллельно собираемому стыку, нужно перед сваркой придать стыкам обратный упругий выгиб (в наружную сторону корпуса), используя гребенки и клинья, как показано на рис. 157.

Последовательность сборки и сварки блока, включающего по длине одну секцию днища, бортов и палубы:

а) устанавливают днищевую секцию, проверяют ее по ДП, высоте, крену и дифференту и закрепляют растяжками;

б) устанавливают, проверяют, подгоняют к днищу и закрепляют поперечные переборки;

в) устанавливают, раскрепляют и проверяют бортовые секции, подгоняют их и закрепляют электроприхватками по пазам с днищевой секцией и по стыку — с поперечной переборкой;

г) устанавливают выгородки, фундаменты и пр.;

\* Подробно о тележках см. раздел одиннадцатый Справочника.

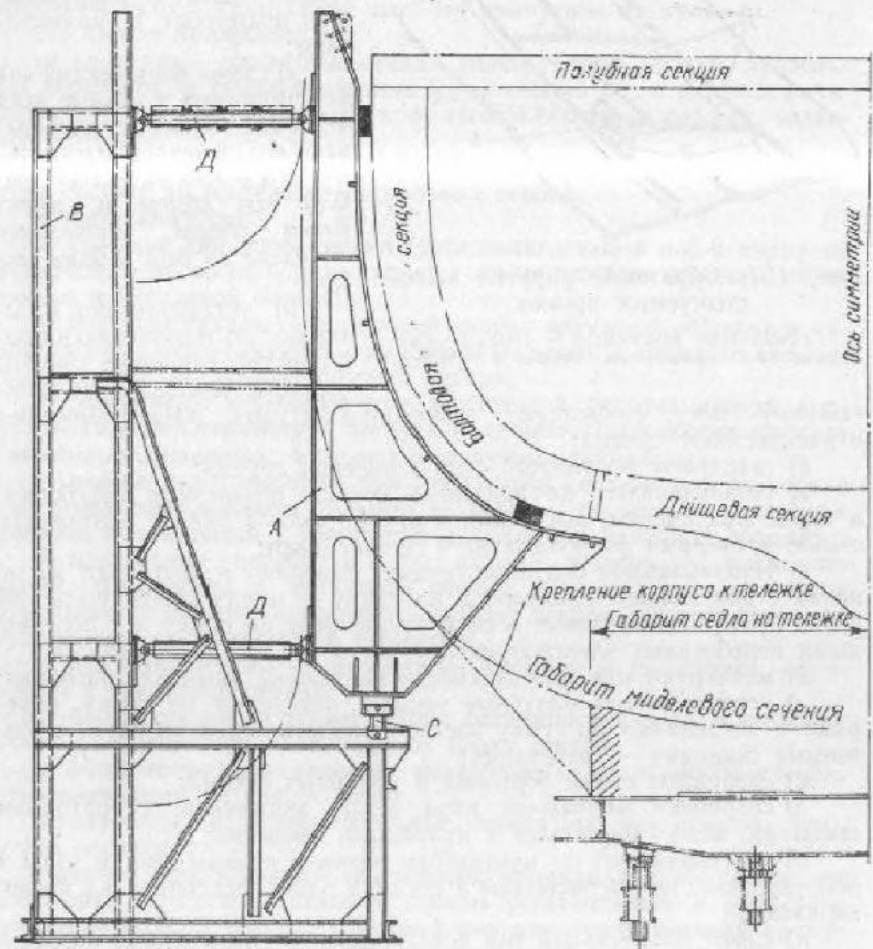
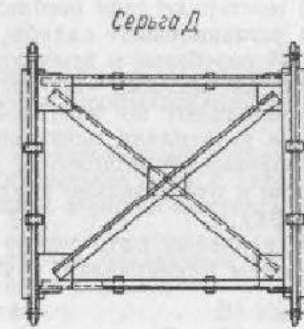


Рис. 156. Универсальный стапель-кондуктор для блоков секций малых и средних судов.

д) монтируют (при необходимости) монтажные рамы или распорки;  
 е) устанавливают палубную секцию, проверяют, подгоняют к поперечной переборке и прихватывают (при необходимости подкрепляют ее снизу временными упорами);

ж) обжимают по палубной секции и монтажным рамам бортовые секции и закрепляют электроприхватками;

з) проверяют положение всех конструкций блока секций в пространстве и относительно друг друга; проверяют зазоры и сдают швы под сварку;

и) сваривают пазы между днищевой, бортовыми и палубной секцией, затем приваривают к ним поперечные переборки;

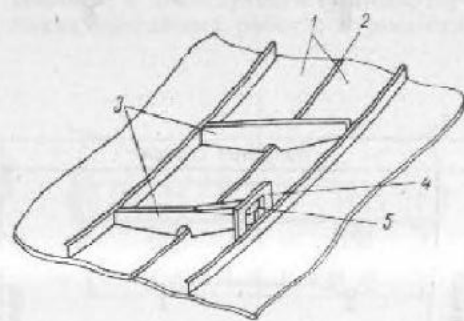


Рис. 157. Обратный упругий выгиб стыкуемых кромок.

1 — стыкуемые кромки; 2 — стык; 3 — гребенки; 4 — приварная скоба; 5 — кил.

тажному стыку, закрепляют электроприхватками, вновь выверяют и раскрепляют секции;

б) сваривают монтажный стык днищевых секций;

в) устанавливают на днищевые секции поперечные переборки, а также фундаменты, выгородки и другие узлы в районе монтажного стыка; проверяют их положение и приваривают;

г) устанавливают бортовые секции, выверяют и подгоняют их по пазам с днищевыми секциями, а по стыку — между собой; после обрезки припусков бортовые секции закрепляют по стыку и с поперечными переборками электроприхватками, а по пазу — гребенками;

д) монтируют при необходимости монтажные рамы или распорки;

е) устанавливают палубные секции, подгоняют по стыку, выверяют и закрепляют по стыку электроприхватками, а по пазам с бортовыми секциями — гребенками;

ж) сваривают стыки бортовых и палубных секций;

з) сваривают монтажные пазы между днищевыми и бортовыми секциями, между бортовыми и палубными секциями;

и) устанавливают по монтажным пазам и стыкам секций узлы и оборудование, не поставленные в секциях ранее, подгоняют их и приваривают;

к) сдают блок секций «на конструкцию» и испытывают отсеки и помещения блока на непроницаемость (см. раздел десятый Справочника).

к) устанавливают на поставленные в секциях, а также по монтажным пазам секций узлы и оборудование; подгоняют и приваривают;

л) сдают блок секций «на конструкцию» в объеме всех чертежей блока и испытывают его на непроницаемость.

*Последовательность работ при сборке и сварке блока секций, состоящего по длине из двух и более секций:*

а) устанавливают и выверяют по положению в пространстве днищевые секции, обрезают припуски по монта-

## § 55. ПРИПУСКИ И ДОПУСКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СЕКЦИЙ

Технологические припуски по монтажным кромкам узлов, секций и блоков секций назначаются для обеспечения формирования корпуса в заданных размерах.

*Припуски по монтажным кромкам* размечают («причерчивают») и обрезают при стыковании секций на построечном месте с таким расчетом, чтобы по окончании сборки и сварки корпуса получить судно в размерах, заданных проектом.

Достаточными и рациональными являются следующие величины припусков по монтажным кромкам секций:

для плоских прямолинейных кромок . . . . . 20 мм;  
 для изогнутых криволинейных кромок . . . . . 50 мм.

Секции, блоки секций и узлы корпуса изготавливают в сборочно-сварочном пехе с припусками или без припусков по кромкам.

*Не имеют припусков:*

а) по длине — закладные секции днища, бортов, палуб, продольных переборок, а также закладные блоки секций (те, с которых начинается формирование корпуса), т. е. изготавливаются «в размер», заданный чертежом;

б) по ширине — средняя (в ДП) днищевая секция, если днище судна состоит по ширине из нескольких секций.

*Имеют припуски:*

а) смежные днищевые секции (устанавливаемые в нос и корму от закладной, а также по бортам судна) — по монтажным кромкам, обращенным к закладной секции;

б) бортовые секции — по нижней кромке наружной обшивки и набора (которой они стыкуются с днищевой секцией), а также по кромке, обращенной к закладной бортовой секции;

в) поперечные переборки при продольной системе набора корпуса — по всему периметру; припуск прирезается при сборке корпуса к комингсам днищевых, бортовых и палубных секций;

г) поперечные переборки при поперечной системе набора бортов и изготавливаемые целиком от борта до борта — по нижней и верхней кромкам, прирезаемым к комингсам днищевых и палубных секций;

д) продольные переборки — по нижней кромке, а также по кромке, обращенной к закладной секции. При наличии комингсов продольных переборок в составе палубных секций припуск имеют и верхние кромки продольных переборок;

е) палубные секции — по пазовым кромкам и по кромке, обращенной к закладной секции;

ж) блоки секций, а также секции окопечностей — по монтажным кромкам, обращенным к закладному блоку секций;

з) фундаменты под главные механизмы — по кромкам стенок, устанавливаемым на корпус судна.

Фундаменты под вспомогательные механизмы, как правило, припусков не имеют.

Наличие припусков по монтажным кромкам секций заставляет при сборке корпуса на стапеле дважды устанавливать и проверять положение каждой секции: в первый раз для причерчивания припусков и во второй раз — для стыкования секций после удаления припуска. Поэтому необходимо стремиться к переходу от припусков по монтажным кромкам к изготовлению секций в «допусках».



Достигается это различными технологическими приемами, из которых наиболее эффективными являются:

1. Сборка и сварка смежных (стыкуемых) секций на общих постелях, с подгонкой и прирезкой монтажных кромок обшивки и набора секций в цехе.

2. Сборка секций в цехе «цепочкой» на сборочной площадке, с последовательной подгонкой смежных секций по монтажным крокам.

3. Предварительные расчеты ожидаемых деформаций и учет укорочения секций и смещения набора на полотноницах от сварки.

4. Предварительная контуровка (обрезка «в размер») секций после изготовления их в сборочно-сварочном цехе.

5. Сборка и сварка секций в кондукторах, с закреплением (что приводит к сокращению деформаций от сварки).

Наиболее универсальным можно считать способ *контуровки секций в сборочно-сварочном цехе*. Однако для контуровки монтажных кромок нужно иметь:

а) специальные технические средства для измерений формы и размеров секций;

б) средства удаления контуровочных припусков, которые обеспечивали бы требуемую точность контуровки;

в) оснастку (стенды, постели и т. д.), на которой предстоит контуровать секцию.

При измерении размеров изготовленных секций *металлической рулеткой допускаются следующие погрешности*: погрешность самой шкалы рулетки, погрешность от непостоянства силы натяжения ленты и от провисания рулетки, температурная погрешность (от линейного расширения металла ленты), погрешность отсчета. Практика показывает, что предельная суммарная погрешность измерения 10-метровой рулеткой составляет  $\pm 4,6$  мм; контуровать секции под обрезку в цехе с такой точностью измерения конечно нельзя.

Чтобы повысить точность измерения рулеткой необходимо:

а) пользоваться рулетками повышенной точности (2-го класса по ГОСТ 7502—61), у которых допускаемое отклонение от действительной длины составляет  $\pm 1,0$  мм, либо проверять фактическую длину рулеток нормальной точности (3-го класса) перед их применением на компараторах упрощенного типа (например, по рискам, нанесенным на полу у стены помещения);

б) применять простейшие устройства для постоянного натяжения лент рулеток (например, устройства РГД-20 или безмен, фиксирующий силу натяжения порядка 5 кг);

в) учитывать температурные погрешности — определять температуру, при которой ведутся измерения с введением соответствующей поправки к результату измерения;

г) повысить точность отсчета при измерениях.

Если в результате *суммарная погрешность измерений 10-метровой рулеткой* будет доведена до 0,5—1 мм, а 50-метровой рулеткой до 2—3 мм, то такую точность можно считать допустимой при определении размеров секции для контуровки ее в цехе.

Ручные резки при удалении контуровочного припуска не обеспечивают необходимой точности, поэтому необходимо пользоваться *механизированным газорезательным оборудованием*, с применением специальных направляющих, фиксирующих положение рабочего органа — резака.

Еще одно важное условие для осуществления предварительной контуровки секций — наличие специальных контуровочных площадок и постелей.

*Площадки контуровки плоских секций* должны иметь строго горизонтальную поверхность, на которую нанесут сетку в системе прямоугольных координат. *Контуровку объемных секций и секций с криволинейными обводами* производят на тех же постелях, где эти секции собирали и сваривали; секцию освобождают от электроприхваток, а потом устанавливают на постели соответственно координатным осям.

*Установка секции перед контурованием* (например, днищевой секции) состоит в следующем. След ДП, имеющийся на секции, совмещают с продольной осью, нанесенной на площадке или постели; с поперечной осью совмещают «чистую» кромку секции («чистой» кромкой является та, по которой при сборке секции не делают припуска). Если днищевая секция — объемная (секция двойного дна), то по чистой кромке необходимо совместить следы ДП (нанесенные на торцах киля и среднего листа настила второго дна) с вертикальной осью постели. Затем тщательно проверяют рулеткой размеры по длине и ширине секции и по эскизу намечают и закернивают линии контуровки. На расстоянии 50 мм от полученных линий ставят контрольные керны — для дальнейшей проверки правильности ведения работ. Секцию обрезают по контуровочной кромке и отправляют на стапель.

Можно ли вообще отказаться от системы припусков по монтажным крокам секций и изготавливать секции «в допусках», т. е. с определенными допустимыми отклонениями от номинальных размеров секции? Это зависит от существующей на заводе точности изготовления корпусных конструкций и точности установки их на стапеле (на более позднем этапе).

Практически секции изготавливаются со значительными отклонениями от номинальных размеров, что объясняется существующими методами и средствами выполнения работ. Так, отклонения монтажных кромок от прямолинейности достигают 4—6 мм, отклонения положения поперечного и продольного набора в районе монтажных стыков и пазов доходят до 12—14 мм, отклонения торцов продольного набора по длине от базовых линий — до 25 мм.

Эти данные показывают, что существующая в настоящее время *точность изготовления секций часто недостаточна и не обеспечивает сборку корпуса на построочном месте в допусках*, установленных на главные размеры судна (например, отклонение положения бортовых и палубных секций по полушироте  $\pm 5$  мм, отклонение величины монтажной шпации  $\pm 4\%$  от длины шпации).

Таким образом, изготовление секций «в допусках» возможно при выполнении следующих основных условий:

а) допуски на отклонения от номинальных размеров секций, изготавливаемых в цехе, должны быть согласованы с допусками на отклонения от установленных размеров корпуса судна в целом;

б) точность изготовления корпусных конструкций (и точность установки их на стапеле) должна быть обеспечена строгим соблюдением действующих технологических инструкций и указаний;

в) точность измерения и проверочных работ, проводимых в цехе (и на стапеле), должна постоянно повышаться благодаря применению более совершенных средств измерений;

г) для удаления контуровочных припусков необходимо применять более точный механизированный газорезательный инструмент.



## Б. СТАПЕЛЬНЫЕ РАБОТЫ И СПУСК СУДОВ

### § 58. ТИПЫ ПОСТРОЕЧНЫХ МЕСТ И ИХ ОБОРУДОВАНИЕ

Формирование корпусов современных судов происходит в сухих доках, на горизонтальных построечных местах, на горизонтальных площадках у наклонных слипов и на наклонных стапелях — продольных и поперечных.

Приступая к постройке новых судов на какой-либо верфи, приходится приспособляться к конкретным имеющимся условиям, однако в целом могут быть даны следующие рекомендации по наилучшему использованию различных построечных мест:

1. Суда со спусковым весом до 5000 т целесообразно строить на *слиповых площадках*. Для примера на рис. 158 приведена схема постройки и спуска на воду судов со спусковым весом до 1000 т.

Корпуса судов собирают на опорных тумбах в закрытом помещении цеха; по готовности корпуса под него подводят *самоходные стапельные тележки*, перемещающиеся по двухпутным дорожкам. Включают гидродомкраты тележек, и судно, приподнятое над опорными тумбами, оказывается лежащим на стапельных тележках, точнее — *кильблоках*, установленных на поперечных судовозных балках тележек.

Далее судно перемещают на достроечную позицию, на которой, после окончания работ, его устанавливают так, чтобы стапельные тележки оказались на поперечных стапельных путях. Затем тележки по очереди разворачивают на 90° и передвигают судно в поперечном направлении на спусковую дорожку.

Спуск судов происходит на *балансирных спусковых тележках* с 32-ходовыми колесами каждая.

Для передвижения судна по горизонтальной части дорожки к кормовой спусковой тележке через канифас-блок подводят стальные канаты от вспомогательных лебедок; по наклонной части дорожки судно на тележках движется уже под влиянием собственного веса, удерживаемое канатами главных лебедок через уравнительный блок и канифас-блок. Судно на достроечной позиции обслуживается башенными кранами, перемещающимися по рельсовым путям.

2. Суда со спусковым весом до 8000—10 000 т целесообразно строить на *горизонтальных построечных местах* со спуском через док-камеру, либо с помощью плавучего дока.

3. Суда со спусковым весом свыше 10 000 т строят в *сухих доках*, обслуживаемых порталными (рис. 159) и козловыми (рис. 160) кранами. Последние позволяют поднимать и устанавливать на место весьма крупные блоки секций, как это показано на рис. 162 (подробно о крановом оборудовании см. раздел одиннадцатый Справочника).

Таким образом, из перечисленных выше основных построечных мест *не рекомендуются наклонные стапели*, хотя именно они являются сегодня самыми распространенными, особенно на заводах крупного судостроения.

При современных тенденциях к увеличению водоизмещения и главных размерений строящихся судов, наклонные стапели оказываются не только малоэффективными, но и бесперспективными. Объясняется это высокой стоимостью самого стапеля; относительно большей трудоемкостью работ при постройке судов на наклонных стапелях (по сравнению с более удобными условиями работ при

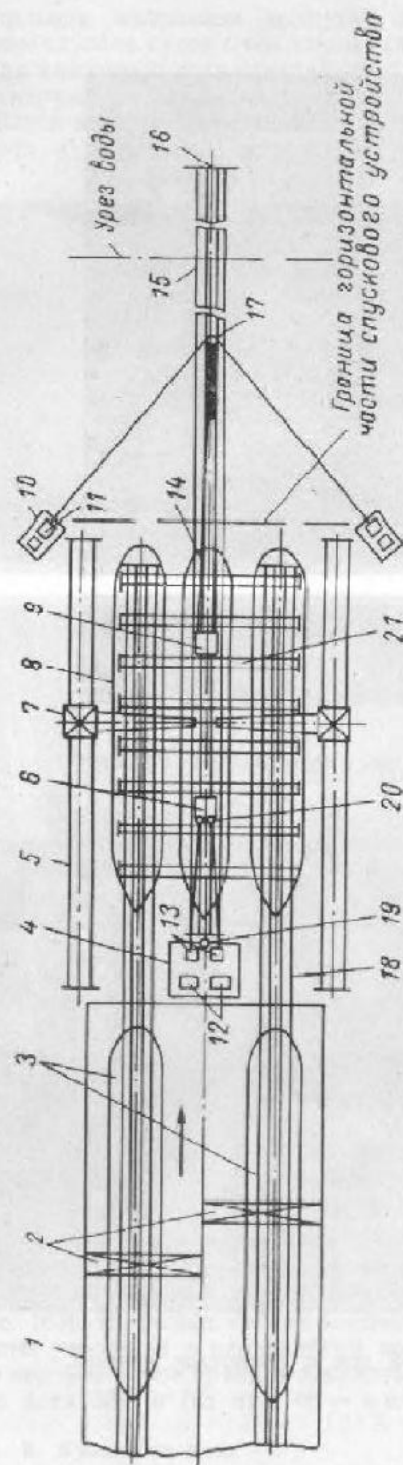


Рис. 158. Схема постройки и спуска на воду судов со спусковым весом до 1000 т.

1 — стапельный цех; 2 — мостовые краны; 3 — строящееся судно; 4 — центральная лебедочная; 5 — подкрановые пути; 6 — носовая спусковая тележка; 7 — башенные краны грузоподъемностью 5 т; 8 — достроечные позиции; 9 — спусковая кормовая тележка; 10 — вспомогательные лебедочные; 11 — двухпутные дорожки; 12 — барабаны для намотки стального каната; 13 — главные спусковые лебедки; 14 — судно на спусковых тележках; 15 — спусковая дорожка; 16 — слип; 17 — канифас-блок; 18 — двухпутные дорожки для тележки судна; 19 — уравнительный блок; 20 — канифас-путь; 21 — поперечные стапельные пути.

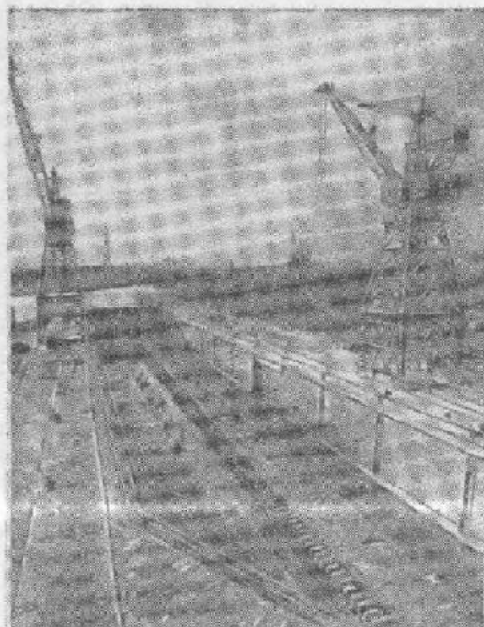


Рис. 159. Сухой док с порталными кранами.

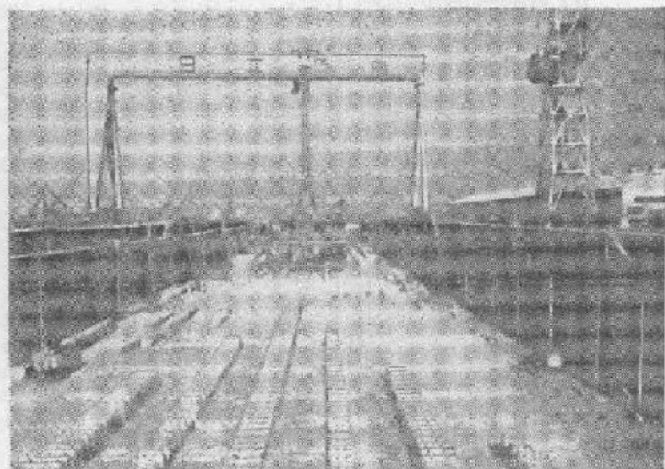


Рис. 160. Сухой док с козловым краном.

горизонтальном положении корпуса); значительными затратами на проведение спусков судов с наклонных стапелей, в том числе на сооружение для каждого спуска специального спускового устройства; сложностью сооружения закрытых эллингов над построечными местами.

Большой интерес представляют построечные места на новой шведской верфи в Арендале. Постройка судна из секций весом до 300 т

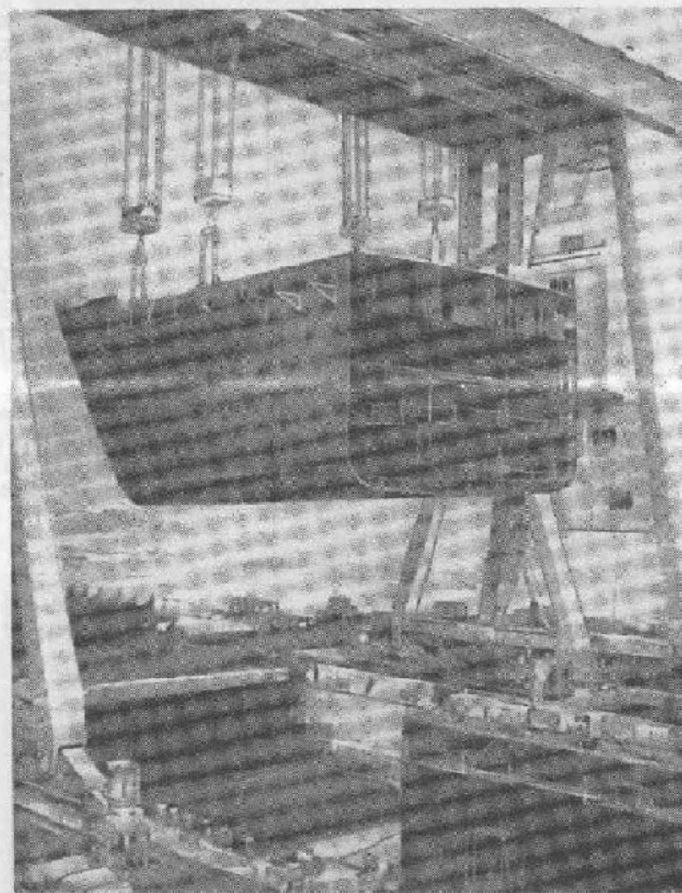


Рис. 161. Установка блоков секций двумя козловыми кранами.

начинается с кормовой части (рис. 162) и ведется в закрытом сборно-сварочном цехе. По мере формирования корпус судна выдвигается из цеха в два сухих дока на салазках по специальным дорожкам (рис. 163). В готовых частях корпуса, находящихся в доке, ведут монтажные работы, а в направлении носа судна продолжается наращивание корпуса — все время в закрытом цехе. Длина каждого строительного дока 334 м (из них 48 — в цехе), ширина 46 м; глубина —



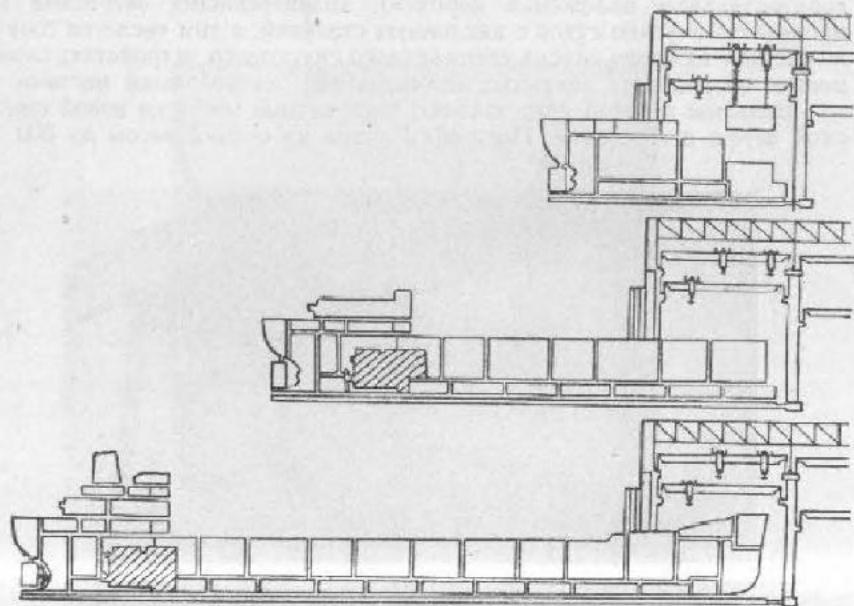


Рис. 162. Сборка корпуса на верфи в Арендале (Швеция).

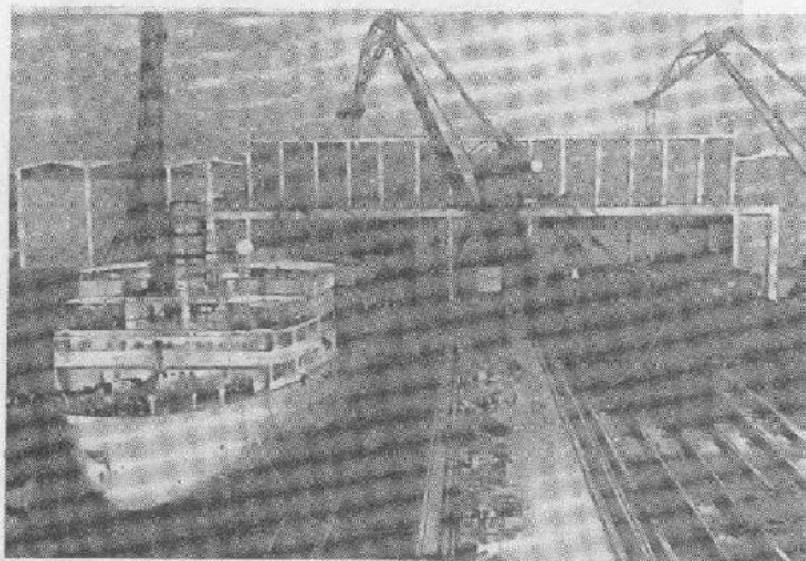


Рис. 163. Сухие доки в Арендале со строящимися судами.

около 10 м. Верфь в Арендале предназначена главным образом для постройки крупных судов, дедевейтом порядка 150 000 т.

*Продольные стапели* типичны для верфей морского судостроения со значительной акваторией; величина уклона их составляет 40—75 мм на 1 м длины стапеля. *Поперечные стапели* более характерны для речных верфей; их уклон более значителен и составляет 85—125 мм на 1 м длины стапеля.

В состав оборудования построечных мест входят: внешние и внутренние леса, используемые при постройке судна; энергетическое оборудование; опорные устройства и штатная оснастка.

На рис. 164 (см. вклейку в конце книги) показаны *легкоразборные трубчатые леса*, которые можно устанавливать по любым обводам оконечностей при постройке, а также при ремонте судов в доках.

Леса состоят из вертикальных стоек и поперечных и продольных стяжек и раскосов из труб. Стойки и стяжки соединяются между собой глухими и поворотными хомутами; вертикальные стойки наращиваются по высоте хомутами-удлинителями, а внизу опираются на опорные башмаки. Каждый ярус лесов имеет щитовой деревянный настил и леерное ограждение из труб. Для доступа на все ярусы лесов предусмотрены наклонные трапы.

При работе внутри отсеков и помещений корпуса, особенно в трюмах, машинно-котельных отделениях и т. д., имеющих значительную высоту, используют временные леса различной конструкции.

На рис. 165 и 166 показаны *съемные кронштейны для установки временных настилов в судовых отсеках*. Их преимущество заключается в том, что они не привариваются к обшивке судна (с последующей их обрезкой и зачисткой мест приварки), а крепятся к набору судна, что позволяет использовать кронштейны многократно, как штатную оснастку.

Кронштейн (рис. 165) состоит из двух угольников, соединенных кницей. К верхнему угольнику приварена труба длиной 1 м, которая служит леерной стойкой. К концам угольников приварены планки, соединенные со швеллерами болтами М20.

При установке кронштейнов швеллеры вырезами заводят на профили набора и закрепляют болтами на необходимой высоте. Вырезы в швеллерах для прохода набора делают различными — в соответствии с размерами набора.

Кронштейн (рис. 166) крепится за горизонтальный набор бортов и переборок. Фигурная планка с откидной щекой, удерживаемой двумя болтами, является надежной опорой для площадки временных лесов.

С успехом можно применить съемные кронштейны более простой конструкции, изображенные на рис. 167. Эти кронштейны рекомендуются для танкеров, так как привариваемая к набору скоба для крепления кронштейнов (на рис. заштрихована) впоследствии не удаляется, а остается на судне; на сухогрузных судах она может мешать при грузовых работах в трюме.

*Энергетическое оборудование построечных мест* включает источники и преобразователи энергии всех видов, используемой при постройке судна (электрической для различных видов сварки, временного освещения, инструмента; сжатого воздуха для пневматических работ; ацетилен, кислорода и т. д.), а также магистрали для подачи этой энергии непосредственно к рабочим местам.



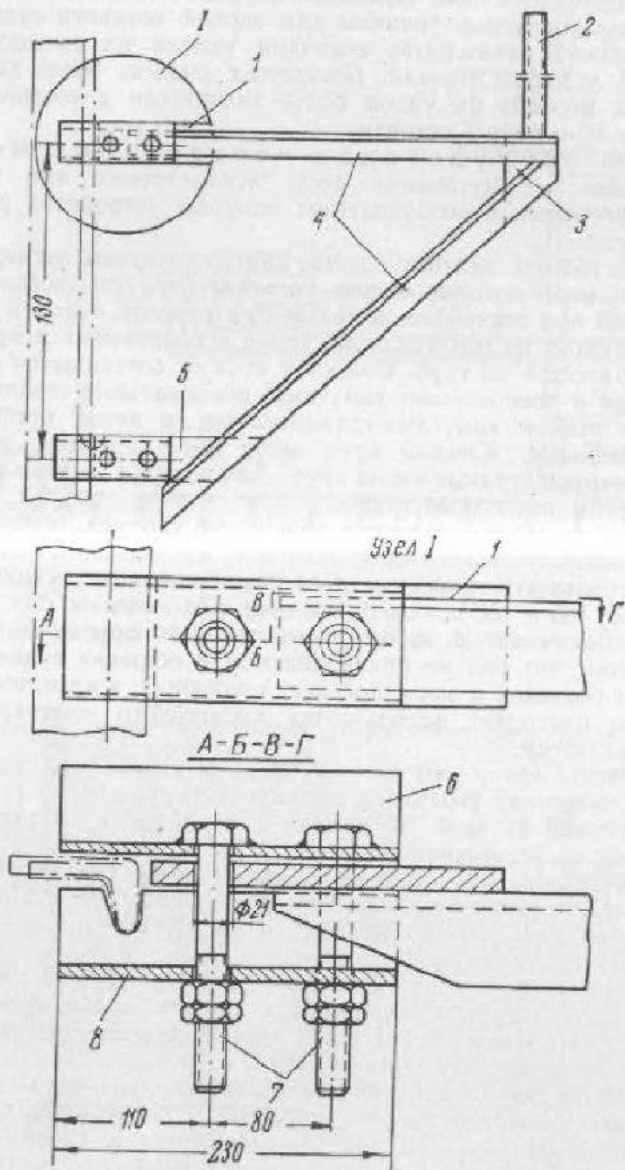


Рис. 165. Съемный кронштейн для внутренних лесов на вертикальном наборе.

1 — планка; 2 — труба; 3 — кница; 4 — угольники; 5 — планка; 6 — швеллер; 7 — болты 8 — швеллер.

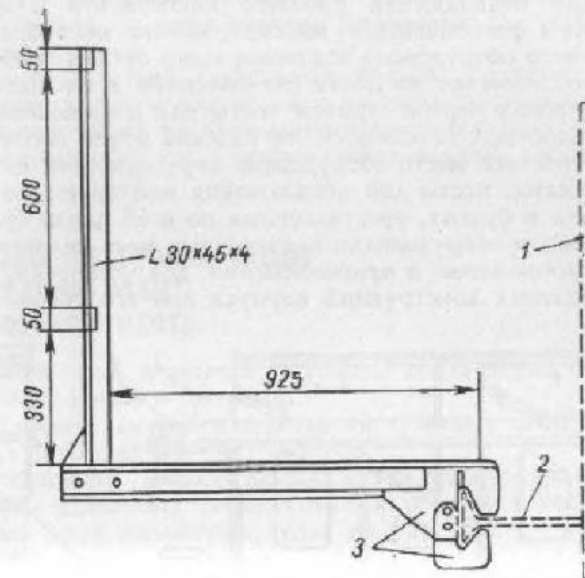


Рис. 166. Съемный кронштейн для внутренних лесов на горизонтальном наборе.

1 — полотно; 2 — набор; 3 — планки.

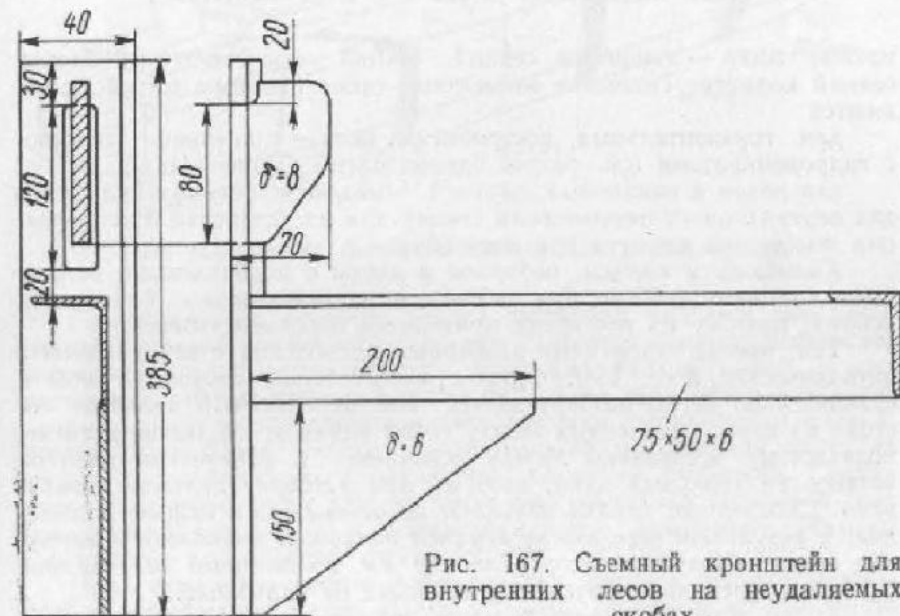


Рис. 167. Съемный кронштейн для внутренних лесов на неудаляемых скобах.

Посты для подключения рабочего инструмента к источникам энергии должны располагаться вблизи рабочих мест бригад. Если построечное место оборудовано стационарными лесами, кабели и трубопроводы прокладывают на лесах (по колоннам и площадкам) вдоль всего судна с обоих бортов, причем посты для подключения личного инструмента работающих имеются на каждом ярусе лесов.

Если построечное место оборудовано передвижными или легкими трубчатыми лесами, посты для подключения монтируют на специальных колонках и в будках, расставленных по всей длине судна.

Важным видом оборудования построечных мест являются различные опорные устройства и приспособления для установки, перемещения и раскрепления конструкций корпуса при его сборке и сварке,

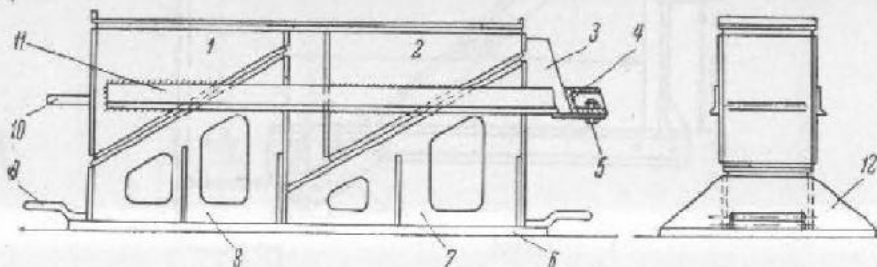


Рис. 168. Быстроразъемный металлический кильблок.

1 и 2 — верхние скользящие части кильблока; 3 — самостормозящийся клин; 4 — планка; 5 — болт с гайкой для крепления клина; 6 — опорная планка; 7 и 8 — нижние неподвижные части; 9 и 10 — ручки из прутка; 11 — профиль, соединяющий детали 1 и 2; 12 — bracket.

прежде всего — днищевых секций, секций оконечностей и блоков секций корпуса. Типовыми элементами таких опорных устройств являются:

для горизонтальных построечных мест — стапельные тележки с гидродомкратами (см. раздел одиннадцатый Справочника);

для доков и наклонных стапелей — механизированные кильблоки для вертикального перемещения секций при их установке и исправлении положения корпуса при постройке.

Кильблоки и клетки, подставки и упоры с подбиваемыми встречными клиньями требуют при работе с ними значительных физических усилий, поэтому их все время приходится совершенствовать.

Так, вместо деревянных разборных кильблоков стали применять металлические (рис. 168), с более значительным сроком службы и сравнительно легко разбирающиеся. Быстроразъемный кильблок состоит из двух соединенных между собой клиньев, скользящих по неподвижному основанию. Между основанием и поперечной планкой установлен замковый клин, который при разборке кильблока выбивают. Скользящие клинья опускают по основанию в нижнее положение, в результате чего между верхней подушкой кильблока и корпусом судна образуется зазор около 50 мм, достаточный для быстрой разборки деревянных брусьев, уложенных на кильблоке.

Кроме того, построечные места должны быть оборудованы постоянными либо временными кладовыми для материалов, приспособлений и инструмента, постоянно используемых сборщиками и рабо-

чими других специальностей. Вблизи построечных мест (или непосредственно в теле стапеля) имеются помещения для обогрева работающих в зимнее время.

В радиусе действия стапельных кранов оборудуются площадки для временного хранения секций, узлов и блоков, подаваемых на стапель; часто эти конструкции раскладывают в соответствии со специальными картами размещения, что улучшает организацию работ при сборке корпуса.

## § 57. МЕТОДЫ ПОСТРОЙКИ СУДОВ И ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ НА ПОСТРОЕЧНОМ МЕСТЕ

Постройка судов ведется в настоящее время двумя основными методами — секционным и блочным.

При блочном методе судно на построечном месте строится из блоков, как показано на рис. 169.

При секционном методе корпус судна формируется на построечном месте из отдельных плоскостных и объемных секций, как это показано для двух различных судов на рис. 170.

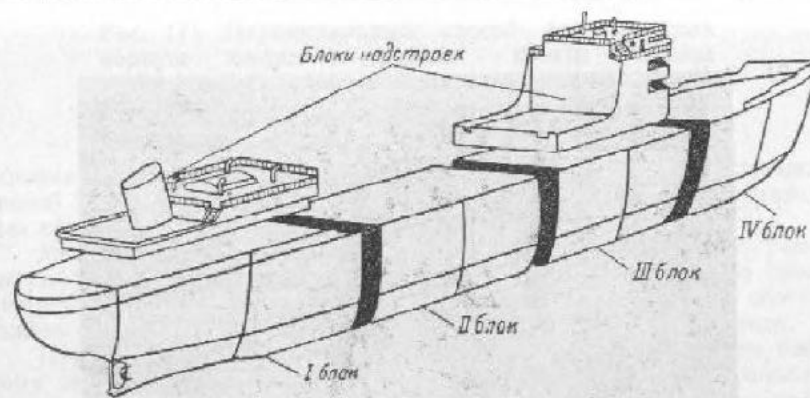
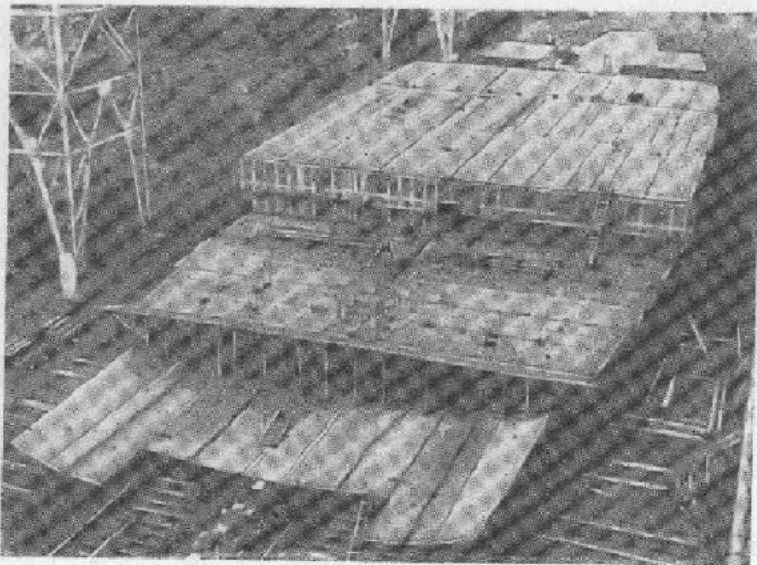


Рис. 169. Схема блочного метода постройки судна.

Разновидностью блочного метода постройки является так называемый *отсечный метод*, при котором стремятся быстрее изготовить замкнутые отсеки корпуса, чтобы возможно раньше начать в них монтажные работы; при этом постройку судна чаще всего начинают с кормы, особенно при кормовом расположении машинного отделения. Последующие блоки (отсеки) формируют на построечном месте из секций, присоединяя их к закладному блоку на гребенках. Секции отсека сваривают друг с другом, после чего сваривают кольцевой стык между закладным блоком и сваренным отсеком; аналогично собирают и сваривают последующие отсеки корпуса.

При секционном методе формирования корпуса широко используют *пирамидальный способ сборки и сварки*; он позволяет выполнять сборочно-сварочные работы широким фронтом и в то же время приводит к минимальным общим деформациям корпуса от сварки.

а)



б)

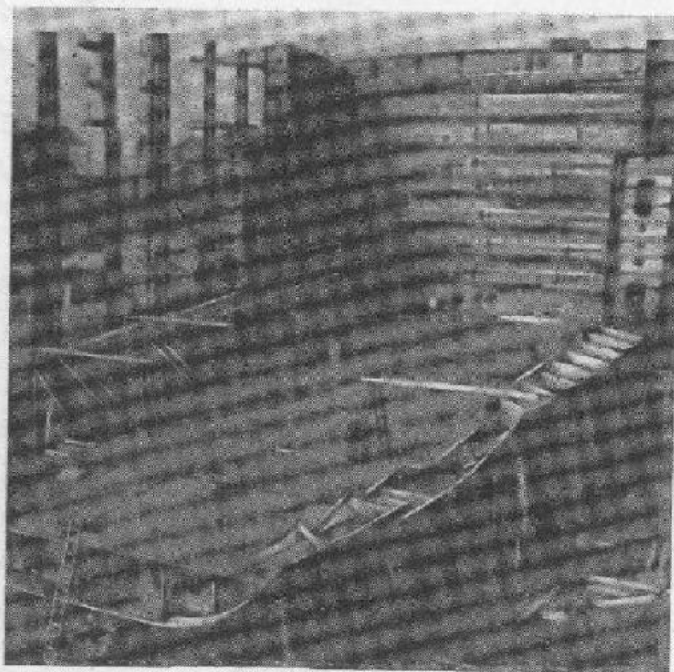


Рис. 170. Секционный метод постройки: а — установка днищевых секций; б — установка поперечной переборки и секций бортов.

Пирамидальный способ предусматривает разделение корпуса по длине на отдельные «пирамиды», последовательно собираемые из секций (рис. 171, а также рис. 170). При этом формирование происходит быстрее по ширине и высоте корпуса, при относительно медленном наращивании по длине; в каждой пирамиде стремятся к максимальной конструктивной законченности отсеков.

Разновидностью пирамидального является так называемый *островной способ*, при котором корпус формируется одновременно в двух или более «островах» (рис. 172), причем в пределах каждого острова сборка идет пирамидальным способом; готовые «острова» соединяют посредством забойных секций, либо привинчивают один к другому.

Островной способ применяют в тех случаях, когда необходимо ускорить формирование корпуса на постройном месте. Так, при по-

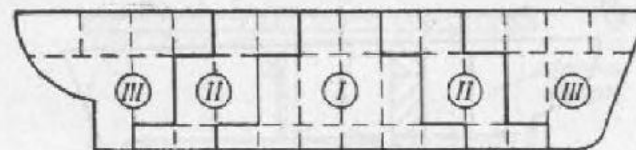


Рис. 171. Пирамидальный способ формирования корпуса: цифры в кружках — номера пирамид в очередности сборки; пунктиром показаны монтажные стыки секций.

стройке одного из танкеров типа «София» был применен островной способ формирования корпуса; срок пребывания судна на стапеле был сокращен вдвое.

Метод постройки и способ формирования корпуса играют решающую роль для сокращения стапельного периода и общего срока постройки судна, поэтому их нужно выбирать и экономически обосновывать с учетом производственных возможностей завода-строителя.

При равных возможностях *предпочтение следует отдавать блочному методу*. Это объясняется тем, что блочный метод позволяет перенести большой объем работ со стапеля в цех, вести работы одновременно по нескольким блокам судна, выделить участки, оснащенные специальным оборудованием и организовать такую специализацию бригад, которая обеспечит постоянный рост производительности труда работающих.

Блочный метод дает заметные преимущества при крупносерийной постройке судов с широким применением технологической оснастки в виде постелей, кондукторов, кантователей и других приспособлений. Он позволяет механизировать трудоемкие процессы сборки и сварки, широко внедрять автоматическую сварку конструкций, совершенствовать приемы и методы работ в однотипных блоках.

Целесообразно также применять блочный метод при изготовлении судовых надстроек. Сборка надстроек непосредственно на судне из отдельных секций и последующие работы по монтажу и оборудованию помещений в надстройках удлиняют общую продолжительность постройки судна. Поэтому изготовление надстроек одновременно с постройкой основного корпуса дает возможность сократить цикл



постройки судов. Кроме того, перенесение значительного объема монтажно-отделочных работ с судна в цехи снижает трудоемкость и повышает качество работ, так как позволяет широко специализировать отдельные участки и даже цехи судостроительных предприятий.

Блочный метод постройки судов часто сочетают с *поточно-позиционной организацией работ*, при которой постройку судна ведут

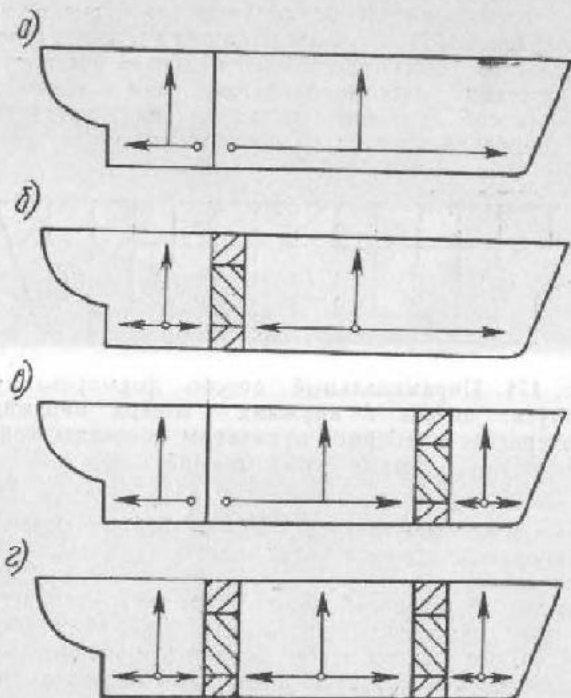


Рис. 172. Схемы островного способа формирования корпуса: *а* — при формировании корпуса одновременно из двух островов, без забойных элементов; *б* — то же с забойными элементами по монтажному стыку в виде секций корпуса (заштрихованы); *в* — при формировании корпуса одновременно из трех островов, с забойными элементами по одному из монтажных стыков; *г* — то же с забойными элементами по обоим монтажным стыкам (точки показывают начало, стрелки — направление сборки и сварки).

последовательно, передвигая его с одной «позиции» построечного места на следующую — обычно с помощью построечно-транспортных тележек. При крупносерийной постройке поточно-позиционный метод превращается в *конвейерный*, с установленным ритмом (тактом) выпуска судов.

Применению блочного метода постройки способствуют также:

*а*) новые типы построечных мест — горизонтальные площадки, сухие доки, оснащенные кранами большой грузоподъемности для подачи блоков;

*б*) воздушный метод испытания непроницаемости отсеков и помещений корпуса на построечных местах, позволяющий выполнять в блоках большой объем монтажных работ;

*в*) новые способы соединения на месте магистральных (проходящих по всей длине судна) электрокабелей и судовых трубопроводов.

В общем случае определяющими при выборе методов постройки судов и организации работ на построечном месте являются *максимальная грузоподъемность основных гидротехнических сооружений* (для большинства отечественных заводов — грузоподъемность наклонных стапелей) и *характеристики строящихся судов* (прежде всего их размеры и конструкция).

В зависимости от этого для имеющихся судостроительных заводов можно рекомендовать:

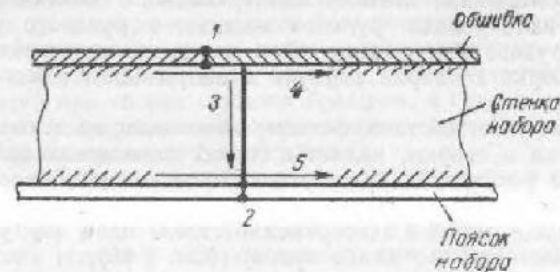


Рис. 173. Сварка монтажного соединения.

Цифрами показана последовательность работ.

на предприятиях с наиболее крупными стапелями — постройку крупнотоннажных судов (в основном танкеров) секционным методом;

на предприятиях с горизонтальными построечными местами — постройку среднетоннажных судов (сухогрузных, траулеров, буксиров) блочным методом;

на специализированных предприятиях — постройку небольших судов (типа сейнеров) конвейерным методом.

**Общие положения по сборке корпуса на построечном месте.** Секции и блоки секций, подаваемые на построечное место, имеют набор, не приваренный к обшивке в районе монтажных стыков и назов на длине 200—400 мм.

Каждое монтажное соединение обшивки и набора выполняется следующим образом (рис. 173):

сваривают стык обшивки с двух сторон;

сваривают стык набора по пояску, затем — по стенке;

приваривают недоваренные участки стенки набора к обшивке и пояску.

Чтобы облегчить стыкование секций, у них оставляют недоваренными пазы обшивки на длине 200—400 мм в районе монтажных стыков. В этих случаях сварку недоваренных участков пазов нужно выполнить до сварки монтажных стыков в этом районе.

Стыкуемые кромки секций и блоков секций не должны иметь «заломов» в сторону набора (это типично при поперечной системе набора, как результат деформации свободной кромки обшивки от приварки крайнего ребра). Для этого в районе монтажных кромок край-

ние ребра набора, параллельные этим кромкам, приваривают не при изготовлении секций, а после сварки монтажного стыка. Если монтажные кромки имеют залом, то его необходимо выправить перед сборкой соединения на стапеле, или придать соединению обратный упругий выгиб.

При любом методе постройки очень важным является вопрос о *закладной секции* (или *закладном блоке секций*) судна, т. е. о тех конструкциях, которые устанавливают на стапеле *первыми* и от которых начинают постройку корпуса.

*Начинают постройку либо от района миделя* и ведут ее одновременно к носовой и кормовой оконечностям, *либо от района машинного отделения*, часто расположенного в корме. В кормовой части судов сосредоточен значительный объем работ по монтажу механизмов и оборудованию помещений; поэтому одновременно с монтажом главных механизмов, валопровода, рулевой машины и рулевого устройства, а также оборудованием помещений в кормовой надстройке, ведутся работы по сборке и сварке корпуса в направлении носовой оконечности.

Другим важным обстоятельством, влияющим на технологию стапельной сборки и сварки, является *способ размещения судов на стапеле*. Главные размерения судов новых проектов иногда меньше размеров имеющихся стапелей; тогда для наиболее рационального использования площади стапеля одновременно строят один корпус целиком, а второй — частично (по длине судна). (См. § 65).

На свободном месте в верхней части стапеля закладывают кормовую оконечность *второго судна* и затем, после спуска на воду первого судна, приспускают ее по стапелю вниз, где пристраивают к ней носовую часть корпуса. Этот вариант размещения судов также обеспечивает формирование в первую очередь кормовой оконечности судов, насыщенной механизмами и оборудованием.

## § 58. ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СРЕДСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ СТАПЕЛЬНЫХ РАБОТ

Из отдельных видов корпусных работ на построечном месте наиболее трудоемкими являются: а) установка и проверка корпусных конструкций — секций и блоков секций; б) сборка конструкций под сварку; в) сварка; г) правка корпусных конструкций после сварки.

В настоящем параграфе мы рассмотрим только два первых вида операций; остальные будут рассмотрены в разделах восьмом и девятом Справочника.

*Сборочные операции* включают:

1. Первичную установку и проверку положения конструкций корпуса; перемещение и закрепление конструкций после правильного ориентирования их в пространстве.

2. Удаление припусков и временных приспособлений для сборки, разделку кромок стыков и пазов под сварку.

3. Окончательное совмещение и закрепление конструкций под сварку.

Состав работ при сборке корпуса на построечном месте зависит прежде всего от того, в *каком виде* поданы для монтажа корпуса секции и блоки секций: изготовлены ли они с припусками, или без припусков, с окончательно обработанными монтажными кромками. В по-

следнем случае отпадает необходимость дважды устанавливать конструкцию и проверить ее положение — предварительно под причерчивание и окончательно для стыкования после удаления припуска. Кроме того, во время сборки на стапеле исключаются операции удаления припусков и разделки кромок под сварку.

Отечественные заводы накопили некоторый опыт по *предварительному контурованию секций и их установке на стапель без монтажных припусков*. Так, при постройке танкеров типа «София» секции продольных и поперечных переборок устанавливали на стапеле без припусков по верхним и нижним кромкам. Без монтажных припусков были выполнены и пазовые кромки палубных и бортовых секций в районе палубных стрингеров. Практикуется также предварительное контурование секций на предстапельной площадке по замерам с места, например, пазовых кромок скуловых днищевых секций.

Однако до последнего времени большинство корпусных конструкций подается на построечные места с припусками по одной или нескольким монтажным кромкам, поэтому объем установочно-проверочных операций при сборке остается большим, а сами операции требуют постоянного усовершенствования, прежде всего — для облегчения тяжелого физического труда сборщика.

Ниже рассмотрены различные механизированные сборочные устройства и приспособления, применяемые при стапельной сборке.

Наиболее широкое распространение при стапельной сборке получили различные гидравлические инструменты (талрепы, распорки, домкраты).

На рис. 174 показан способ использования *гидравлического талрепа* для подтягивания днищевых секций при их стыковании, а на рис. 175 и 176 — внешний вид и устройство *талрепа с тяговым усилием 15 т*.

Стальное ушко талрепа ввернуто в крышку и застопорено штифтом; винтовое соединение позволяет регулировать длину талрепа в пределах 40 мм. В крышке установлен также компенсатор с цилиндрической пружиной; для уплотнения компенсатора служат кольца из маслостойкой резины. Корпус талрепа имеет пробку для заливки масла; в корпусе перемещается стальной поршень б, на правый конец которого накручена стальная вилка.

При отводе ручки вниз (как изображено на рисунке) масло из левой полости корпуса через всасывающий клапан поступает в канал А; ручка, двигаясь вверх, создает давление, запирающее всасывающий клапан и открывающее нагнетающий клапан. Масло перекачивается таким образом в правую полость, поршень под давлением масла движется влево и создает в талрепе стягивающее усилие.

В исходном положении поршень находится в крайней точке справа; он выдвигается вручную после того, как открывается запорный клапан.

*Гидравлические домкраты-распорки* (рис. 177) используют при выполнении таких работ, как наведение шпангоутов бортов и совмещение их с бимсами палуб, а также наведение на линии разметки переборок, выгородок, шахт и фундаментов. Принцип действия домкрата-распорки такой же, как и гидравлического талрепа; разница лишь в том, что после прекращения действия распорки специальная пружина возвращает поршень в исходное положение (на рисунке — крайнее левое).



К домкрату-распорке присоединяют специальные надставки, чтобы общая длина распорки соответствовала различным шпациям (600, 700, 800, 900 мм) для упора одним концом распорки в уже приваренный набор. Гидродомкраты используются как подъемные устройства для

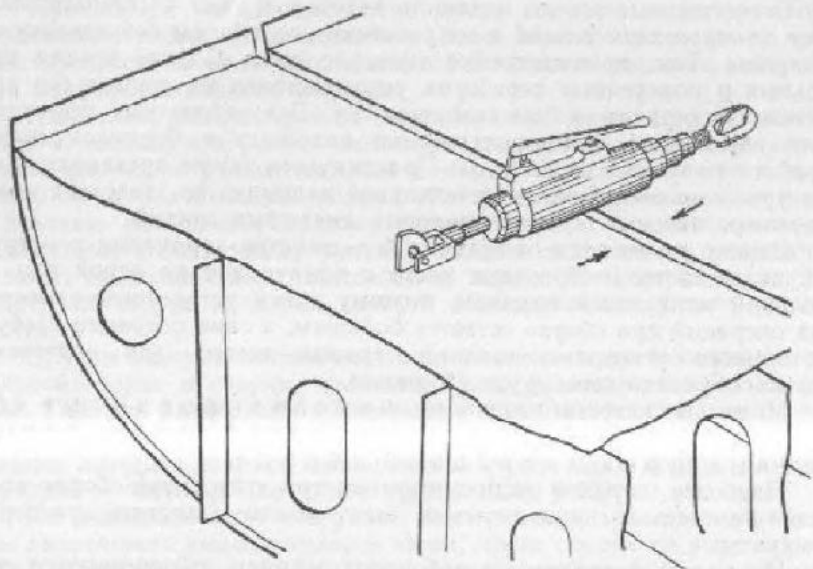


Рис. 174. Использование гидравлического талрепа для подтягивания секций при их стыковании.

выравнивания и перемещения секций в вертикальном направлении при их установке и стыковании со смежными конструкциями.

Технические характеристики этих гидравлических приспособлений приведены в табл. 44.

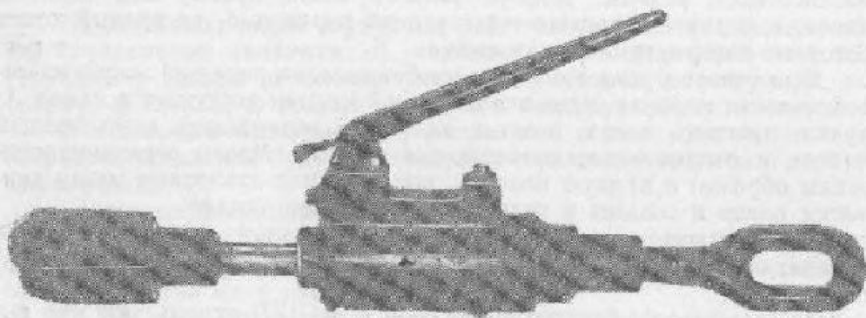


Рис. 175. Внешний вид гидравлического талрепа.

На рис. 178 показан гидравлический талреп с тяговым усилием 25 т, предназначенный для подтягивания и стыкования монтажных соединений блоков секций и секций корпуса после удаления монтажных припусков по стыкам и пазам конструкций. Конструктивной осо-

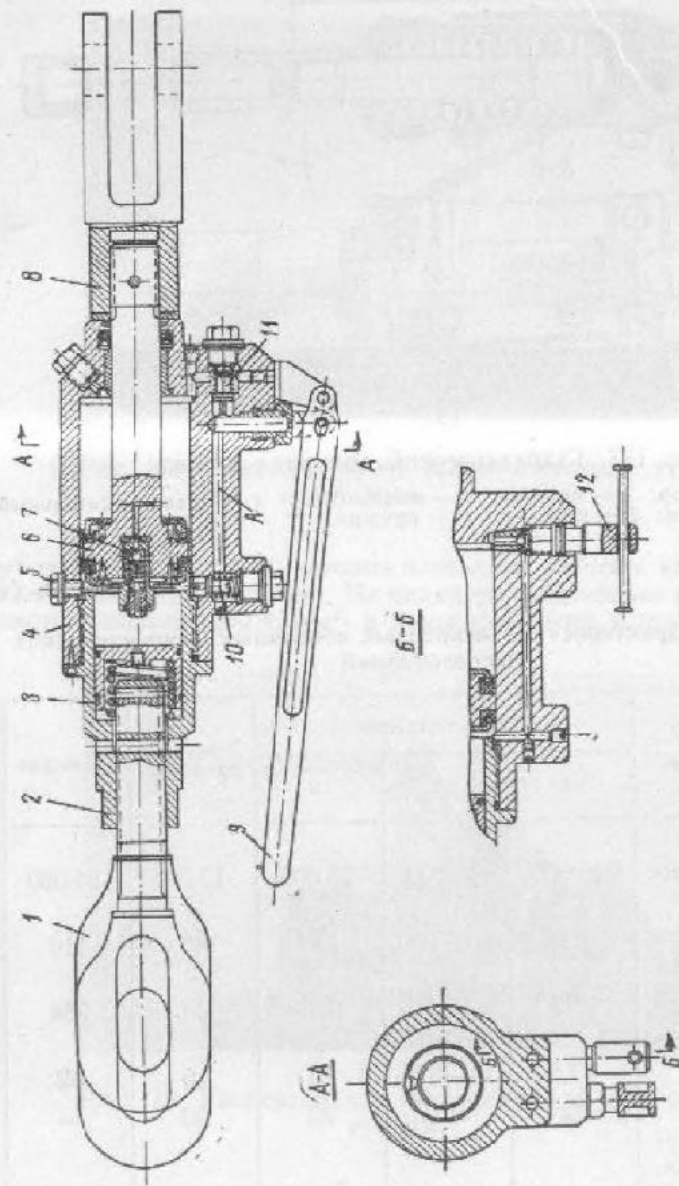


Рис. 176. Устройство гидравлического талрепа.

1 — стальное ушко; 2 — крышка; 3 — компенсатор; 4 — корпус талрепа; 5 — пробка для заливки масла; 6 — поршень; 7 — предохранительный клапан; 8 — видка; 9 — рукоятка; 10 — всасывающий клапан; 11 — нагнетающий клапан; 12 — запирающий клапан.



бенностью этого талрепа является то, что он способен работать в любом пространственном положении и не имеет отдельного масляного бака, функции которого выполняет нерабочая полость цилиндра.

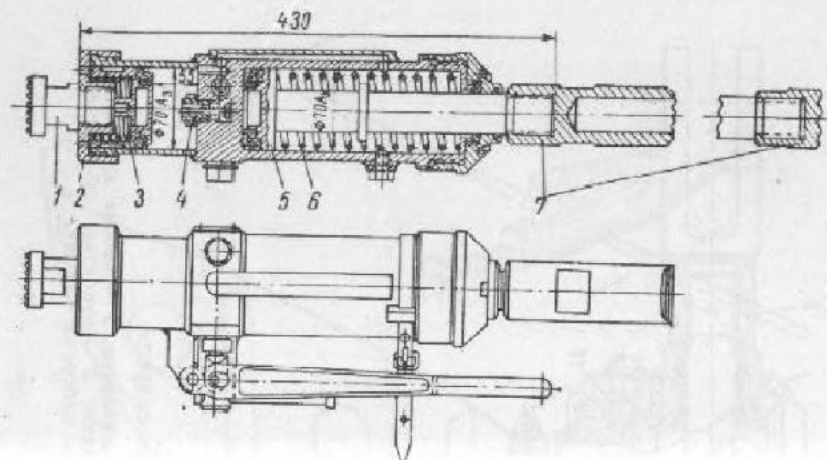


Рис. 177. Гидравлический домкрат-распорка.

1 — стальной упор; 2 — крышка; 3 — компенсатор; 4 — предохранительный клапан; 5 — поршень; 6 — пружина; 7 — надставка.

Таблица 44

Технические характеристики некоторых сборочных гидравлических приспособлений

Технические характеристики	Типы талрепов			Домкрат-распорка	Домкрат
	1	2	3		
Рабочее усилие, кг	10 000	15 000	25 000	10 000	20 000
Наибольший ход поршня, мм	100	90—100	100	80	110
Рабочее давление, кг/см <sup>2</sup>	350	300	300	320	354
Вес, кг	17,5	14—37,5	25	15	52
Наибольшее усилие на рукоятке насоса, кг	22	20	20	30	—
Габариты, мм	90×200× ×700	35×170× ×620	130× ×210× ×725	160×430	195× ×295× ×425

На рис. 179 показан универсальный гидравлический домкрат-стяжка, заменяющий гидравлический домкрат с усилием 35 т и гидравлический талреп с усилием 25 т. Концевые части штока поршня и крышки гидравлического силового цилиндра выполнены в виде виль-

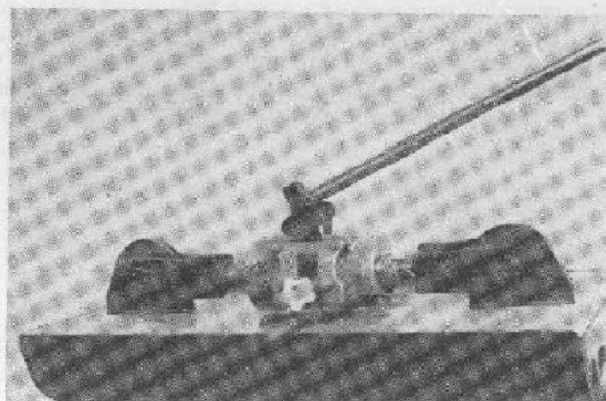


Рис. 178. Гидравлический талреп с тяговым усилием.

чатых опор (со штырями), которые позволяют работать как на распор (подъем), так и на стягивание. На цилиндре смонтирован ручной насос высокого давления (350 кг/см<sup>2</sup>) и компенсирующее устройство, позво-

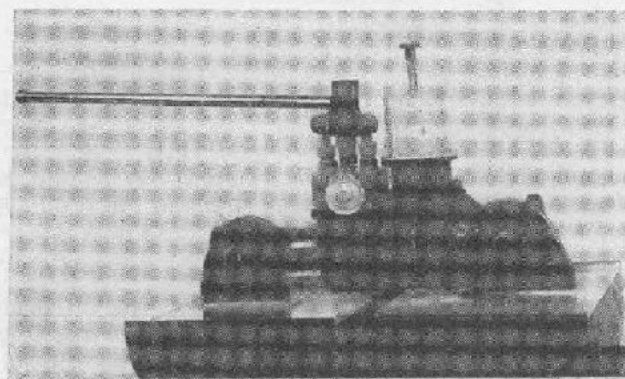


Рис. 179. Универсальный гидравлический домкрат-стяжка.

ляющее исключить отдельный масляный бак и работать в любом пространственном положении. Вес приспособления с маслом — 26 кг.

К недостаткам этих приспособлений следует отнести, во-первых, то, что они работают от ручных масляных насосов, на привод рукоятки которых требуется усилие от 20 до 30 кг; и, во-вторых, значительный

вес и габариты, что ограничивает и усложняет их применение. Кроме того, все эти приспособления не универсальны и не могут быть применены для любых сборочных операций на построечном месте, например, для совмещения стыкуемых кромок в одной плоскости.

На рис. 180 изображено *сборочное приспособление с крюковым захватом*, служащее для совмещения кромок наружной обшивки толщиной до 24 мм. Приспособление представляет собой двуплечий рычаг с гайкой, в которую ввернут гидроприжим, развивающий усилие 5 или 10 т и выполняющий роль силового элемента. На корпусе рычага имеется крюкообразный выступ, посредством которого приспособ-

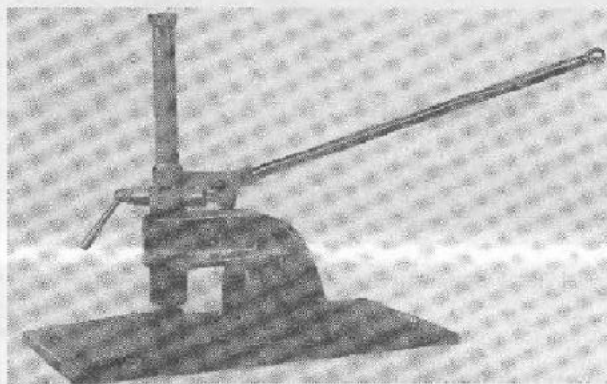


Рис. 180. Сборочное приспособление с крюковым захватом.

ление быстро устанавливают в отверстие обуха, привариваемого к одной из стыкуемых кромок.

Вес приспособления 6—9,5 кг (см. рис. 111).

Другое приспособление служит для совмещения кромок наружной обшивки, а также крупного таврового набора при монтаже корпуса на стале (рис. 181). В средней части щеки имеются круглые отверстия для закладного штыря, при помощи которого осуществляется захват за приварной обух.

Для совмещения полособульбового набора при стыковании секций на стале может быть применено *сборочное приспособление с захватом за полособульб* (рис. 182), развивающее усилие 5 т. Корпус приспособления имеет приварные гайки по концам. В одну из гаек ввернута вильчатая опора (высота которой устанавливается в зависимости от номера профиля), в другую — гидроприжим (домкрат).

В средней части корпуса шарнирно подвешен быстродействующий захват, позволяющий быстро и надежно захватить головку приваренного полособульба. Вес приспособления 8 кг, рабочее давление 700 кг/см<sup>2</sup>.

Для правки «домиков» (изломов) по монтажным стыкам секций и правки бухтин при обшивках толщиной до 24 мм можно применять

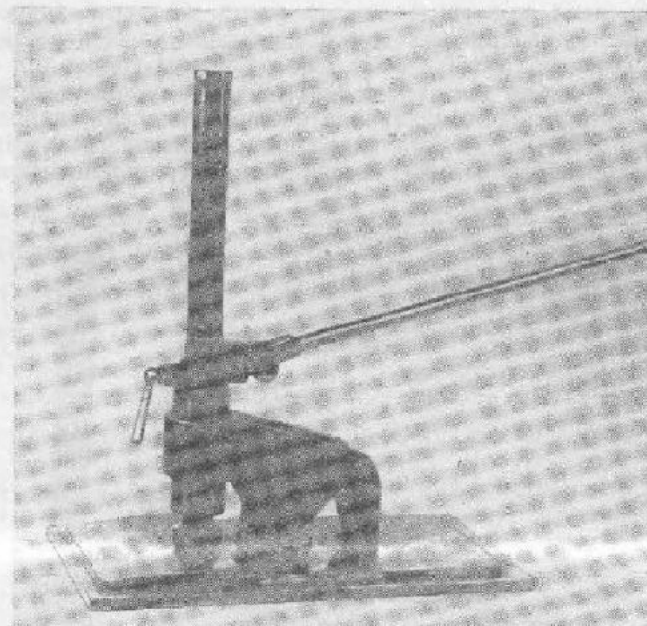


Рис. 181. Сборочное приспособление для совмещения стыкуемых кромок.

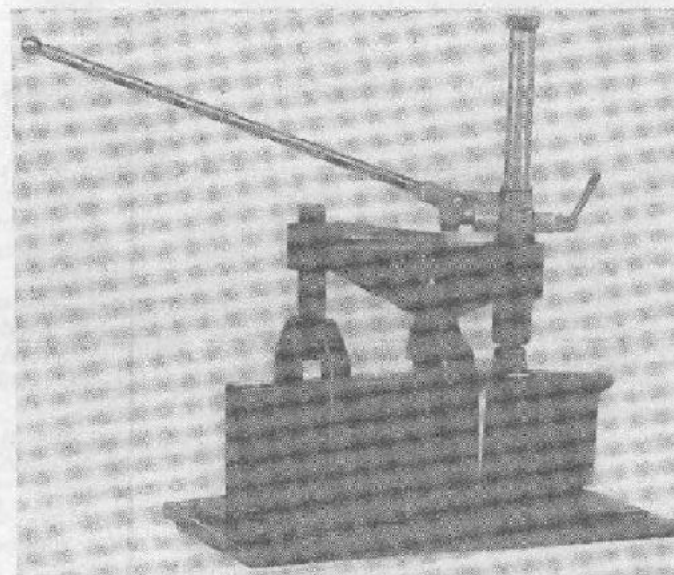


Рис. 182. Сборочное приспособление для совмещения набора.



сборочное приспособление с гидроприжимом усилием 10 т (рис. 183). Стальной сварной корпус имеет два винта. Съемный гидроприжим легко надевается на приспособление и надежно удерживается на нем во время действия благодаря скосам на раме и на упоре; для отсоединения гидроприжима достаточно завернуть до упора фиксирующие винты и отвести поворотом клапана рабочий поршень гидроприжима в исходное положение. Такой гидроприжим может обслуживать несколько приспособлений. Вес съемной части с гидроприжимом 7,6 кг.

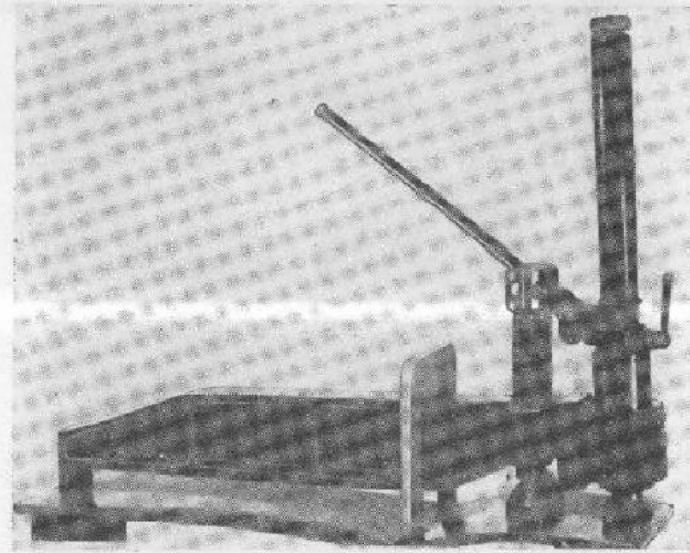


Рис. 183. Сборочное приспособление с гидроприжимом.

Большие преимущества дает раздельное исполнение рабочего силового элемента и гидронасоса, соединенных между собой гибкими шлангами высокого давления; эти малогабаритные и относительно легкие гидродомкраты могут быть использованы для совмещения кромок обшивки, а также набора.

На рис. 184 показано применение *малогабаритных гидродомкратов* при сборке обшивки: а) с упором домкрата в приварную Г-образную скобу; б) с использованием захвата за балку набора; в) с использованием стопорной пластины, которую пропускают в сварочный зазор между стыкуемыми кромками.

Однако оборудование построечных мест гидронасосами и шлангами высокого давления достаточно сложно, сопряжено с дополнительными затратами и опасностью для работающих. Гораздо удобнее использовать для механизации сборочных работ энергию сжатого воздуха, магистрали которого имеются на каждом построечном месте. Поэтому при механизации установочно-сборочных работ на станиле начали применять *пневмогидравлические приспособления* (у этих приспособлений сжатый воздух от заводской магистрали приводит в действие пневмодвигатель, от которого работает гидравлический насос).

При установке на станиле и сборке монтажных соединений секций днища, бортов, палубы, платформ и переборок, а также блоков секций корпуса могут быть использованы *универсальные пневмогидравлические приспособления* — домкрат ПГД-10-50 и стяжка-домкрат ПГСД-25-100, имеющие следующие технические характеристики:

	Домкрат ПГД-10-50	Стяжка-домкрат ПГСД-25-100
Наибольшее усилие, кг . . . . .	10 000	25 000
Наибольший ход плунжера, мм . . . . .	50	100
Наибольшее давление масла, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	500	300
Давление воздуха в пневмосистеме, кг/см <sup>2</sup> . . . . .	4—6	4—6
Вес (в заправленном состоянии), кг . . . . .	6	19
Габаритные размеры, мм . . . . .	400×125×65	240×215×115

Для сборки во всех пространственных положениях соединений обшивки и полосульбового набора могут быть использованы еще два

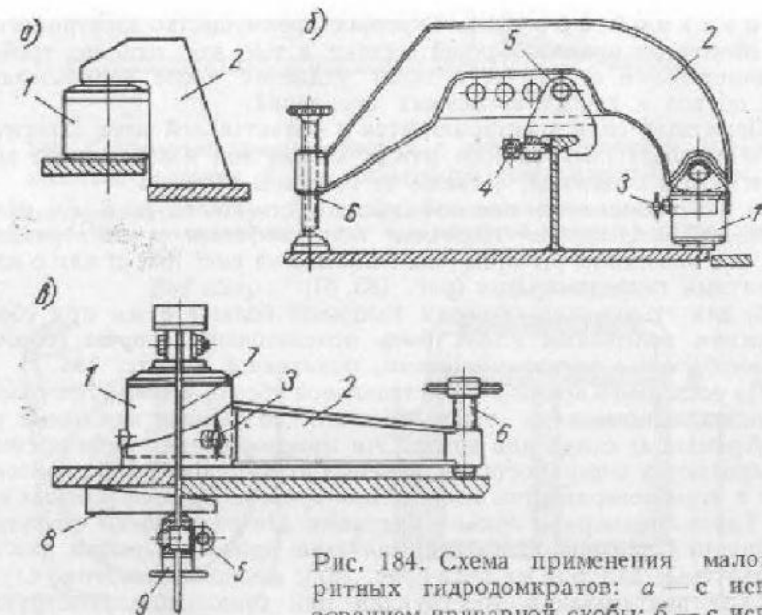


Рис. 184. Схема применения малогабаритных гидродомкратов: а — с использованием приварной скобы; б — с использованием балки набора; в — с использованием стопорной пластины.

1 — домкрат; 2 — скоба; 3 — стопорный винт для крепления домкрата; 4 — винт захвата; 5 — передвижной фиксатор; 6 — опорный винт; 7 — стопорная пластина; 8 — клин; 9 — упор.

пневмогидравлических приспособления — домкрат для сборки обшивки с использованием приварных гребенок ПГД-80-40 и неприварное устройство УСП-12/24 для стыкования полосульбов.



Техническая характеристика домкрата ПГД-80-40

Наибольшее усилие, кг	8000
Наибольший ход плунжера, мм	40
Наибольшее давление масла, кг/см <sup>2</sup>	700
Вес, кг	6
Габаритные размеры, мм	237×150×65

Техническая характеристика устройства УСП-12/124 (силовой привод — домкрат ПГД-10-50)

Вес, кг	12
Габаритные размеры, мм	280×220×12
Размер стыкуемых балок	№ 12—24
Наибольшая величина выравнивания балок набора, мм:	
в плоскости стенки	30
в плоскости, перпендикулярной стенке	36

Электромагнитные приспособления при стальной сборке. Основное преимущество электромагнитных сборочных приспособлений состоит в том, что они не требуют предварительной приварки, а затем удаления после использования скоб, обухов и других временных креплений.

Держащая сила электромагнитов в значительной мере зависит от величины воздушных зазоров между контактной поверхностью электромагнита и обшивкой, а также от толщины обшивки:

а) для стыкования плоской обшивки толщиной до 8 мм можно применять *неприварные сборочные приспособления* с электромагнитами — с нажимным рычагом (как показано на рис. 185, а) или с малогабаритным гидродомкратом (рис. 185, б);

б) для стыкования обшивки толщиной больше 8 мм при сборке в нижнем положении может быть использовано *катучее сборочное приспособление* с электромагнитами, показанное на рис. 186.

До последнего времени при стальной сборке используют различные *немеханизированные приспособления*, создающие нажимные усилия с помощью клина или винта. Эти приспособления либо временно приваривают к поверхности соединяемых конструкций, либо присоединяют к этим поверхностям посредством временно привариваемых обухов. Таковы *приварные скобы* с клиньями для совмещения стыкуемых конструкций в одной плоскости; *винтовые прижимы* (рыбы хвосты), используемые для той же цели (рис. 187); *винтовые талрепы*, служащие для подтягивания конструкций при стыковании конструкций (рис. 188).

После подтягивания и совмещения стыкуемых кромок в одной плоскости для эластичного закрепления их при сварке и для уменьшения местных деформаций в районе сварных соединений устанавливают *гребенки*: под углом 45° к оси шва при сварке корня шва методом дуга в дугу и перпендикулярно оси шва — в остальных случаях.

Для уменьшения угловых деформаций, при отсутствии гидropriжимов (см. рис. 183) можно применить одно из следующих приспособлений.

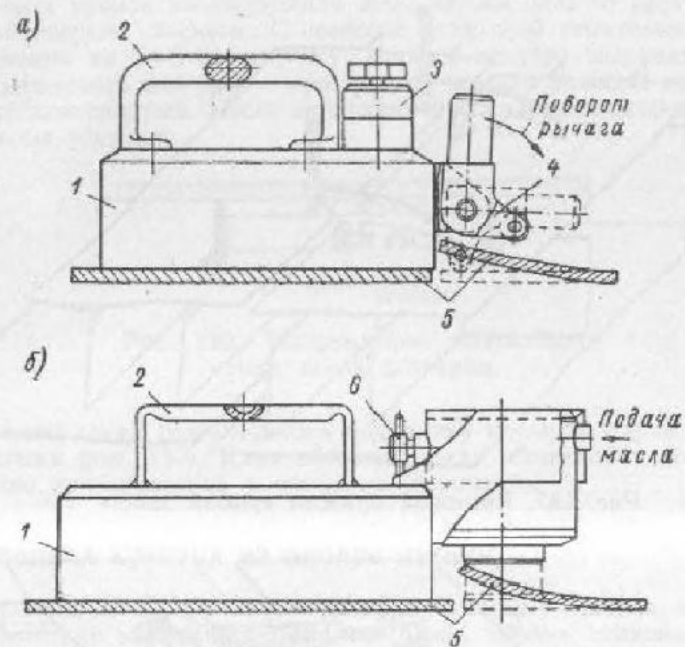


Рис. 185. Сборочные приспособления с электромагнитами: а — с нажимным рычагом; б — с малогабаритным гидродомкратом.

1 — электромагнит; 2 — ручка; 3 — выключатель электромагнита; 4 — нажимной рычаг; 5 — соединяемые листы; 6 — винтовой фиксатор гидродомкрата.

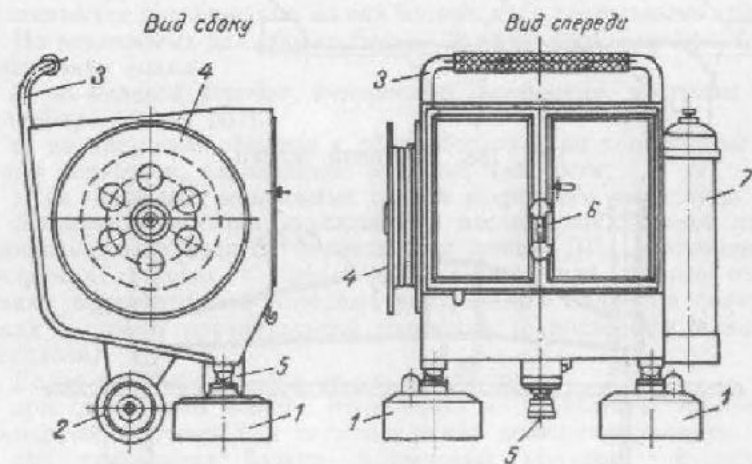


Рис. 186. Схема приспособления с электромагнитами для стыкования обшивки в нижнем положении.

1 — электромагнит; 2 — колесо тележки; 3 — ручка; 4 — барабан с электрокабелем; 5 — гидродомкрат; 6 — барабан лебедки для подъема приспособления; 7 — баллон с углекислым газом.

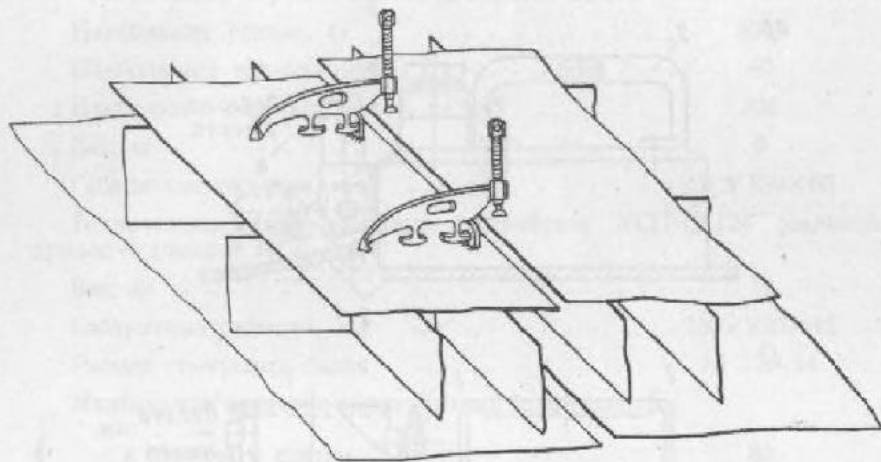


Рис. 187. Винтовой прижим «рыбий хвост»

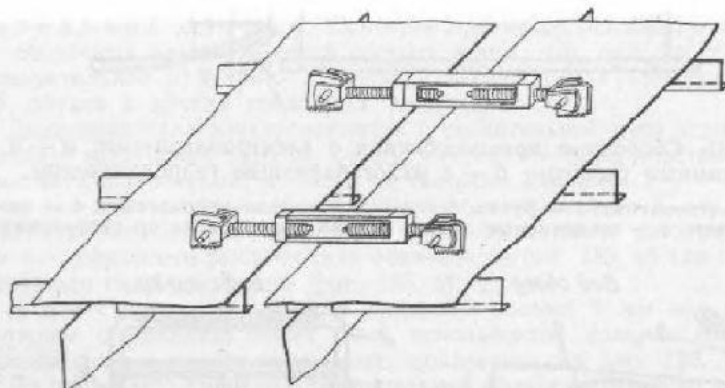


Рис. 188. Винтовой талреп.

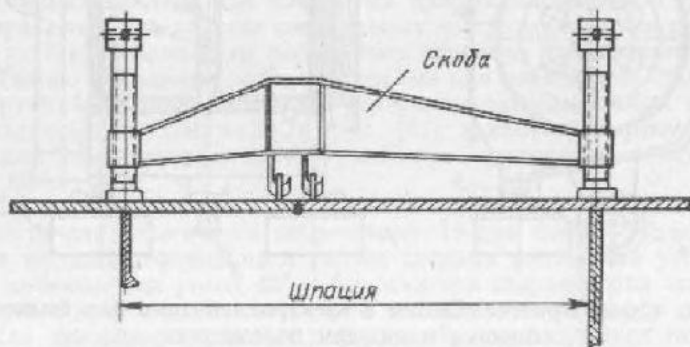


Рис. 189. Сборочная скоба на стыке секций с поперечной системой набора.

Стык собирают на *скобах* (рис. 189), устанавливаемых поперек стыкуемых кромок на расстоянии 300—500 мм одна от другой с наружной стороны обшивки. С помощью этих скоб стыкуемые кромки «выжимают» на 2—3 мм наружу, а затем изнутри сваривают стык. Корень сварного шва нужно прострогать газовым резаком, после чего сварить шов снаружки. После окончания всех сварочных работ сборочные скобы убирают.

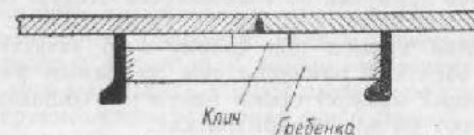


Рис. 190. Выправление монтажного стыка после подварки.

Можно также рекомендовать подклинку после подварки монтажного стыка (рис. 190). Клин вбивают между обшивкой и гребенкой, временно привариваемой к соседним шпангоутам.

### § 59. СБОРКА КОРПУСА ИЗ БЛОКОВ СЕКЦИЙ

Стыкование блоков секций производят после установки, проверки и закрепления закладного «базового» блока, причем стыкование блоков можно вести в направлении к носу и корме (от закладного) одновременно, либо сначала по одному, а затем по другому стыку. Стыкование каждого из последующих блоков допускается производить после сдачи под сварку кольцевого стыка предыдущего блока.

Блоки для стыкования подают либо на стальных тележках, имеющих гидравлические или винтовые центрирующие устройства для выравнивания поставленных на них блоков, либо стальными кранами.

На подаваемых для сборки блоках должны быть нанесены базовые контрольные линии:

а) по килевой коробке, поперечным переборкам, настилам палуб и платформ (линии ДП).

б) по наружной обшивке с обоих бортов и по полотнищам поперечных переборок, параллельно основной плоскости;

в) по периметру монтажных стыков и среднего шпангоута.

Проверка положения закладного и последующих блоков при их стыковании производится совмещением линий ДП, нанесенных на конструкции блока, с линией ДП стапеля (при помощи отвеса), а также выравниванием бортовых контрольных линий на стыкуемых блоках в одной горизонтальной плоскости (с проверкой шланговым ватерпасом).

Далее совмещают блоки по их периметру:

при стыковании блоков, подаваемых на стальных тележках — с помощью винтовых или гидравлических домкратов тележек;

при стыковании блоков, подаваемых кранами, — с помощью клиньев, кильблоков, а также домкратов, располагаемых под стыкуемыми блоками.

При наличии припусков по стыкуемым кромкам эти кромки совмещают для причерчивания и обрезки припуска. Кромки двух блоков



подгоняют с помощью талрепов, обухи для которых приваривают непосредственно к обшивке или к набору блоков.

*Причерчивание и обрезку припуска* выполняют по кромке вновь устанавливаемого блока от кромки базового блока с таким расчетом, чтобы после обрезки припуска эта кромка копировала базовую; так обеспечивается равномерность зазора под сварку по всему периметру стыка (см. § 40).

Причерчивание припуска по возможности следует вести с той стороны обшивки и настилов, которая не имеет набора.

После разделки кромок под сварку (что зачастую выполняют одновременно с обрезкой припуска тем же самым резаком, придав ему соответствующий наклон) стыки наружной обшивки и набора по периметру собирают на электроприхватках.

По окончании сборки блоков вновь проверяют правильность их установки по крену и дифференту; *сварка монтажных стыков может начаться только после окончательной сдачи сборочных работ по всему стыку.*

Перед сваркой проверяют зазоры по всему стыку, правильность формы разделки кромок, а также разностенность и волнистость вдоль стыкуемых кромок.

*Сварку* стыковых монтажных соединений корпуса начинают со стороны набора, а после удаления корня шва — с обратной стороны. Основное направление сварки монтажных кольцевых стыков:

по ширине — от ДП к бортам;

по высоте — от вертикального килля и верхней палубы к району ватерлинии.

По окончании сварки в районе монтажных стыков устанавливают и приваривают детали насыщения, после чего монтажное соединение испытывают на непроницаемость (см. раздел десятый Справочника).

## § 60. СБОРКА КОРПУСА ИЗ СЕКЦИЙ

Сборку корпуса из секций ведут обычно п и р а м и д а л ь н ы м с п о с о б о м, который предусматривает выполнение следующих положений:

а) корпус формируют по высоте быстрее, чем в направлении оконечностей;

б) сборку и сварку секций ведут в последовательности, обеспечивающей свободную усадку поперечных сварных соединений. Для этого поперечные соединения секций (стыки) собирают на электроприхватках, а продольные (пазы) — на гребенках; кроме того, сначала сваривают стыки (после сварки стыков гребенки по пазам заменяют электроприхватками), а затем — пазы секций;

в) сварку секций ведут симметрично относительно ДП и закладных секций;

г) сварку монтажных соединений выполняет большое число одновременно работающих сварщиков, равномерно размещенных относительно осей симметрии монтажного стыка.

Следует также учитывать, что сборочные работы не должны опережать сварочные работы больше, чем на одну-две секции (по длине).

*Технологические процессы при формировании корпуса из секций* сводятся к сборке, сварке и проверке на стапеле: днищевых секций, секций переборок и выгородок, бортовых секций, секций палуб и платформ, секций оконечностей судна и секций надстроек.

1. Начинают постройку корпуса со сборки и сварки *закладных днищевых секций.*

Положение секций при их установке проверяют относительно базовых плоскостей — ДП, основной и плоскости мидель-шпангоута (см. § 61); затем секции раскрепляют с помощью упоров и тяг с талрепами.

Закладную днищевую секцию устанавливают на кильблоки и клетки, проверяют ее положение по длине и высоте, а также положение ее диаметральной плоскости, крен и дифферент. Секцию прикрепляют с помощью талрепов к рывам, забетонированным в теле стапеля, после чего на стапель подают *следующую* секцию днища.

Проверив правильность установки *новой секции*, ее подгоняют по всему периметру монтажного стыка к закладной секции и разделяют стыкуемые кромки под сварку согласно чертежу. Секцию придвигают к закладной окончательно, вновь проверяют правильность ее установки и уже после этого присоединяют по монтажному стыку к закладной секции электроприхватками.

По окончании сварки монтажного стыка устанавливают и приваривают детали насыщения, расположенные в районе этого стыка.

2. *Секции поперечных переборок* устанавливают в такой последовательности: на настиле днища размечают место установки переборки (линию теоретического шпангоута), устанавливают переборку и временно закрепляют с помощью оттяжек с талрепами.

Припуск по нижней кромке переборки причерчивают к настилу второго дна после замера фактического расстояния от основной плоскости до контрольной линии на переборке. Затем припуск удаляют газовым резаком, после чего кромку зачищают с разделкой под сварку согласно чертежу.

Переборку притыкают к настилу и закрепляют электроприхватками.

3. После сборки и сварки главных поперечных и продольных переборок устанавливают, *собирают и сваривают бортовые секции* в этом районе. Очередную бортовую секцию подают краном, устанавливают на место по пазу и стыку с ранее установленными днищевой и бортовой секциями и закрепляют при помощи упоров и тяг с талрепами. Затем проверяют положение бортовой секции по полушироте (по всем шпангоутам) и прижимают наружную обшивку бортов к поперечной переборке. После этого собирают секцию борта по пазу с наружной обшивкой, а затем по стыку — с ранее установленной бортовой секцией.

Припуск по пазу причерчивают и обрезают, кромки разделяют под ручную сварку и закрепляют электроприхватками.

Стык двух смежных бортовых секций причерчивают, припуск обрезают, кромки разделяют под вертикальную автоматическую или ручную сварку и сваривают.

Затем сваривают монтажные пазы корпуса по обшивке и стыки продольного набора стыкуемых секций в районе монтажного стыка.

4. *Установку, сборку и сварку секций палуб производят после окончания сборочно-сварочных работ по всем нижележащим конструкциям и после погрузки механизмов в расположенные под палубой отсеки корпуса.* Секции палуб устанавливают на переборки и подпалубные пиллерсы. Разрешается также устанавливать секции палуб на временные деревянные упоры с последующей заменой их штатными пиллерсами.



Секцию подгоняют по монтажному стыку к ранее установленной палубной секции, а также к бортовым секциям; имеющиеся припуски причерчивают и обрезают; затем ставят электроприхватки.

Монтажный стык палубных секций подваривают вручную изнутри два сварщика одновременно в направлении от ДП к бортам, после чего его сваривают автоматом «напроход». Подгоняют стык поперечной переборки к палубе (или к комингсу палубы), обрезают припуск на поперечной переборке и закрепляют стык электроприхватками; затем его сваривают вручную с двух сторон.

Сваривают вручную монтажные стыки продольного набора палуб с последующей приваркой элементов набора к настилу в районе монтажного стыка; устанавливают и приваривают кшицы, соединяющие бимсы палубы со шпангоутами, после чего приваривают к настилу палубы недоваренные концы бимсов.

Приваривают к палубе вручную подпалубные пиллерсы с кшицами, устанавливают забойные части стрингерных угольников в районе монтажного стыка палубных секций и сваривают на медной прокладке с односторонней разделкой угольников под сварку.

5. В заключение *устанавливают и приваривают детали насыщения* в районе монтажных стыков секций.

При наличии в конструкции корпуса клепаных пазов (кроме стрингерного угольника) описанный выше порядок сборки и сварки секций не меняют. Клепку пазов производят:

по днищу корпуса — после приварки бортовых секций в районе клепаного паза;

на наружной обшивке борта — после окончания сварки вышележащей палубы в районе этого паза;

стрингерного угольника и пазов верхней палубы — после сварки секций бортов и палуб в районе этого паза.

6. При установке, сборке и сварке на стапеле *секций носовой и кормовой оконечностей* применяют те же методы.

Так, после установки секции с ахтерштевнем причерчивают и обрезают припуск по наружной обшивке; затем сваривают монтажный стык. Устанавливают на нижнюю секцию остальные секции кормовой оконечности, причем стыкование их по пазу наружной обшивки начинают от кормы в районе ДП и продолжают по обоим бортам в сторону носа судна.

7. *Объемные секции* (блоки или ярусы) надстроек устанавливают либо на палубу, либо вместе с верхней палубой; блоки надстроек, закрытые снизу палубами, имеют припуск 50 мм по кромкам настила палуб.

*Технологический процесс установки блока надстройки* на палубу состоит в следующем.

На палубе *размечают место установки блока* — наносят линии притыкания наружных стенок блока, а также внутренних переборок и выгородок; затем по линиям разметки устанавливают направляющие планки.

Перед установкой блока *проверяют погниб палубы* на месте установки, после чего блок устанавливают на подкладки одинаковой высоты для удобства причерчивания и обрезки припусков по нижним кромкам стенок, переборок и выгородок.

Кромки зачищают, убирают подкладки и устанавливают надстройку по разметке. Для лучшего совмещения стоек стенок и выгородок с подпалубным набором концы стоек на длине 700—800 мм от

нижних кромок стенок блока были оставлены недоваренными, что позволяет навести стойки на подпалубный набор.)

Прихватывают и приваривают к палубе *выгородки, переборки и стенки надстройки*, причем сварку ведут от середины блока к бортам, в нос и корму. После приварки всех конструкций надстройки к палубе приваривают ранее недоваренные концы стоек к стенкам блока, а затем устанавливают между блоками забойные и другие детали, не установленные в сборочно-сварочном цехе.

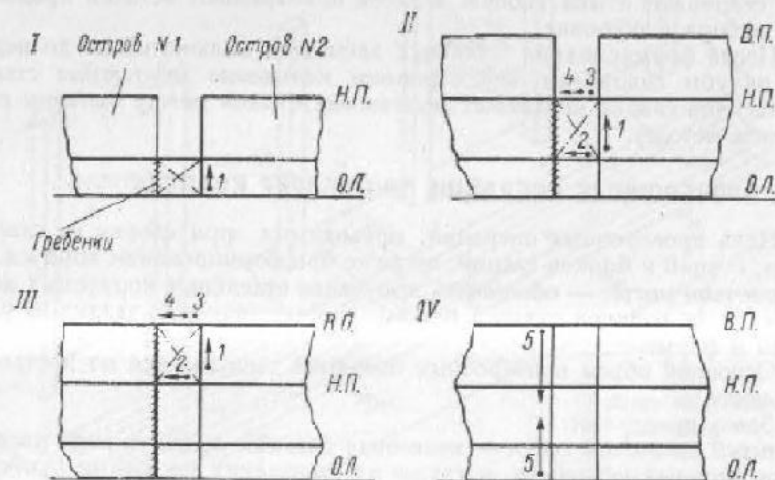


Рис. 191. Последовательность сборки и сварки забойных элементов между островами (римскими цифрами показана последовательность работ).

1 — приварка забойной секции по стыку к острову № 2; 2 — приварка забойной секции по нижнему пазу; 3 — приварка забойной палубной секции к палубе острова № 2; 4 — приварка забойной палубной секции к борту; 5 — сварка кольцевого монтажного стыка.

При островном (секционном) способе сборки и сварки формирование корпуса ведется одновременно в нескольких районах по длине корпуса (см. § 57), причем сборочно-сварочные работы в пределах каждого острова выполняются пирамидальным способом.

Соединение между собой готовых частей корпуса (островов) осуществляется двумя способами:

а) путем передвижки этих частей навстречу друг другу на тележках, либо — при формировании островов на наклонных стапелях — припуском одного из островов по направлению к соседнему. В последнем случае острова корпуса размещают при закладке на стапеле с таким расчетом, чтобы по их готовности монтажные кромки соседних островов находились на расстоянии не более 1—1,5 м одна от другой;

б) с помощью забойных секций. В этом случае монтажные стыки между островами и стыки забойных элементов должны быть совмещены в одной плоскости по всему поперечному сечению острова, причем забойные секции между островами устанавливают в процессе

сборки и сварки основных секций смежных островов с некоторым отставанием в сварке.

Последовательность сборки и сварки забойных секций между островами показана на рис. 191. Цифрами показана последовательность выполнения сварки; каждый забойный элемент после установки сваривают по стыку только с одним островом, а затем варят по пазам. По стыкам с другим островом ставят эластичные крепления. После этого сваривают вставки забойных деталей продольного набора: сначала сваривают стыки набора, а затем приваривают вставки продольного набора к обшивке.

После формирования забойных элементов включительно до верхней палубы сваривают межостровные кольцевые монтажные стыки (аналогично сварке кольцевых монтажных стыков между блоками при блочном методе).

## § 61. ПРОВЕРОЧНЫЕ ОПЕРАЦИИ ПРИ СБОРКЕ КОРПУСА

Цель проверочных операций, проводимых при сборке и сварке узлов, секций и блоков секций, а также при формировании корпуса на построечном месте, — обеспечить получение отдельных корпусных конструкций (и корпуса судна в целом), соответствующих заданным размерам и форме.

Основной объем проверочных операций выполняется на построечном месте.

Здесь проверяют:

*перед закладкой судна* — нанесение базовых линий и мест расстановки опорных устройств, а также их положений по высоте (домкратов, кильблоков, клеток и т. д.);

*в период формирования корпуса* — положение в пространстве и относительно друг друга секций, узлов и деталей;

*после постройки корпуса* и в период проведения монтажных работ — положение основной (килевой) линии и диаметральной плоскости судна;

*перед спуском на воду* — главные размеры, грузовую ватерлинию и марки углубления, а также местные деформации наружной обшивки.

Из всех названных выше проверочных работ сдаче—приемке ОТК подлежат только главные размеры судна, грузовая ватерлиния и марки углубления; все остальные операции проверки выполняют во время сборочных работ.

Для проверки применяют следующие *основные инструменты*: рулетки стальные миллиметровые длиной 20 и 10 м; рейки длин с плаза, линейки стальные миллиметровые; ватерпасы («уровни») — шланговые и обыкновенные; вески и нитки; угольники (простые и малочные), циркули; шергени; нивелиры и квадранты; угломеры для проверки разделки под сварку и пр.

Применяемые до настоящего времени в корпусостроении проверочные и измерительные инструменты не дают точных результатов, поэтому следует принимать меры для предотвращения погрешностей измерений.

О погрешностях, допускаемых при измерениях стальной рулеткой, и мерах по их предупреждению было сказано в § 55. Значительные погрешности могут быть при применении двух других проверочных инструментов — шлангового уровня и отвеса (нитки с веском).

В смежных отраслях промышленности применяют аналогичные *инструменты повышенной точности*, которые после известных переделок могут найти распространение и в корпусостроении, например: нивелир ИШТ-1 Харьковского завода маркшейдерских инструментов, который можно применять вместо шлангового уровня. Средняя погрешность нивелиров составляет  $\pm 1$  мм вместо  $\pm 2$  мм у обычных шланговых уровней;

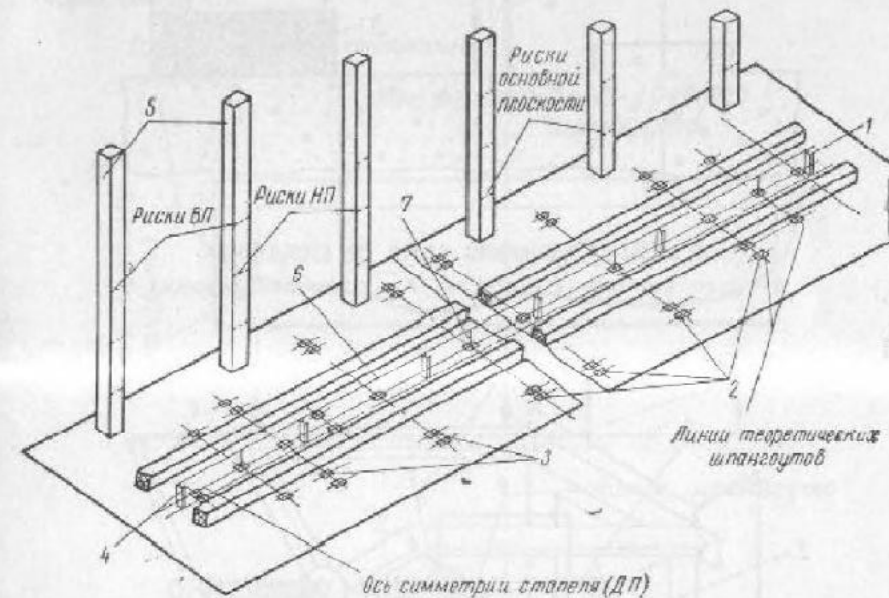


Рис. 192. Разметка стапеля перед закладкой судна.

1 — носовая стойка; 2 — планки с рисками проекции ВП; 3 — планки с рисками НП; 4 — кормовая стойка; 5 — колонки стапеля (или стойки); 6 — струна; 7 — весок.

*теодолит ОТШ* может быть использован при проверке сборочных постелей, разметке мест установки и проверке положения набора секций, обводов секций, разметке базовых линий на стапеле;

*оптический дальномер* для измерения расстояний с погрешностью не более 1 мм на длине 5 м, на основе конструкции дальномера — тахеометра ТТМ Северо-Западного политехнического института.

*Все замеры производят от базовых плоскостей*: ДП, основной, а также плоскости миделя.

На рис. 192 показана *разметка стапеля перед закладкой судна*. Диаметральную плоскость, совпадающую с осью симметрии стапеля, фиксируют с помощью *стекляня*, который протянут через отверстия в стойках, полученные с помощью нивелира или светового луча; след диаметральной плоскости, равно как и риски теоретических шпангоутов, нанесен на металлические планки, забетонированные в теле стапеля.

Стойки со стеклинем устанавливают параллельно ДП на некотором от нее расстоянии (рис. 193), а затем уже от рисок, полученных



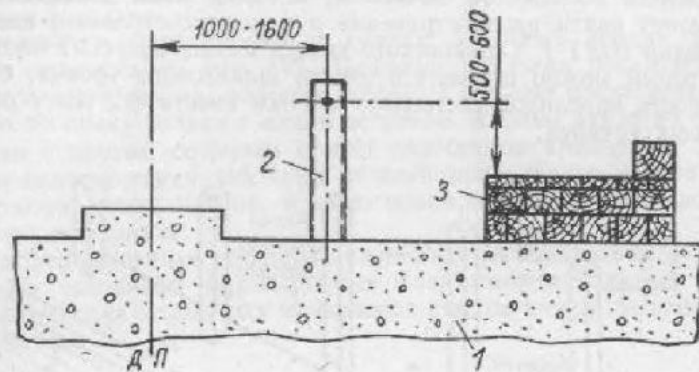


Рис. 193. Положение стоек со стеклинем.  
1 — тело станеля; 2 — стойка; 3 — спусковая дорожка.

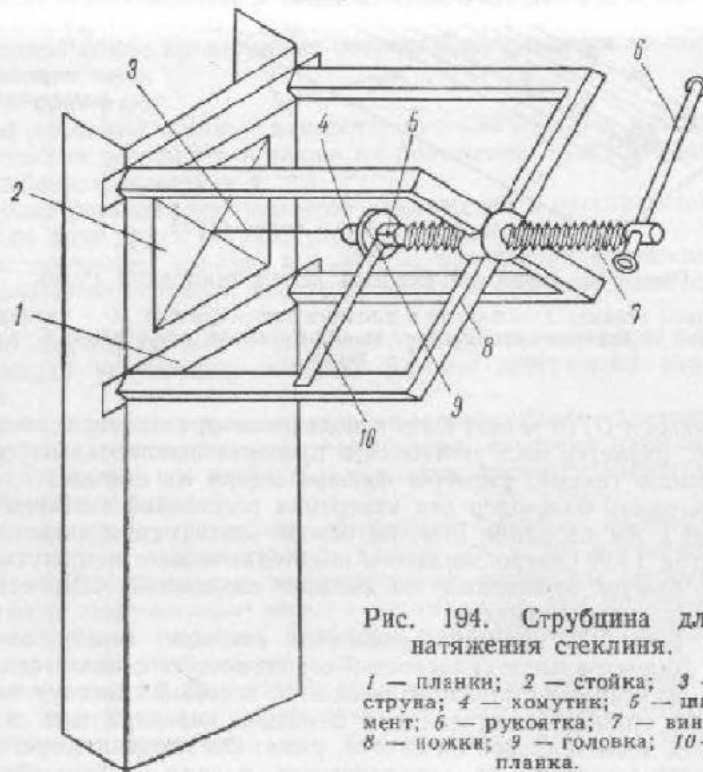


Рис. 194. Струбина для натяжения стеклина.

1 — планки; 2 — стойка; 3 — струна; 4 — коутик; 5 — шпент; 6 — рукоятка; 7 — винт; 8 — ножки; 9 — головка; 10 — планка.

под стеклинем на теле станеля, откладывают это расстояние и получают след ДП; стеклиль не должен мешать установке кильблоков по диаметральной плоскости судна.

Для натяжения стеклина применяют струбину (рис. 194). Струну, протянутую через отверстия в стойках, одним концом крепят к одной стойке, а другим — к хомутику головки винта струбины. Головка надета на винт и соединяется с ним шпентом, проходящим через паз винта.

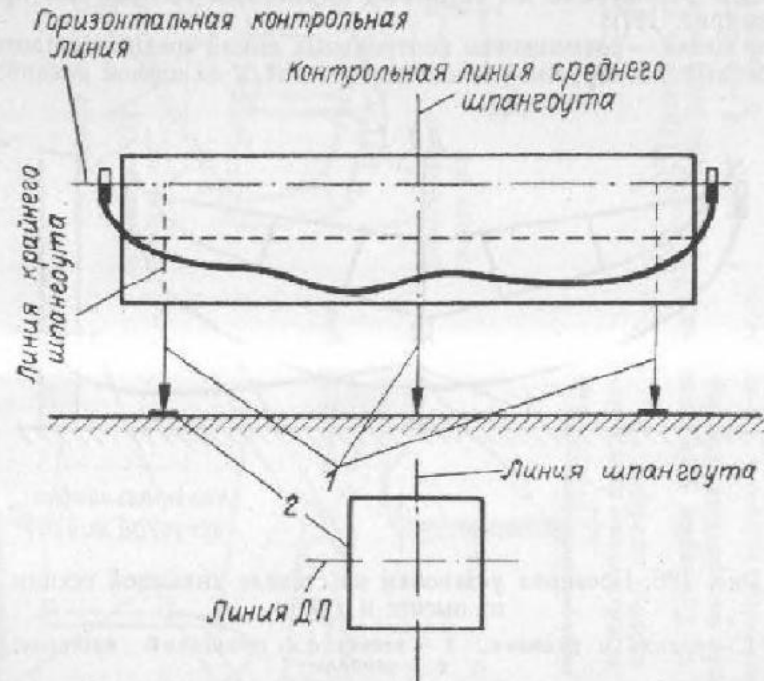


Рис. 195. Проверка установки на стапеле днищевой секции по длине.

1 — весок; 2 — планка.

Натяжение струны достигается вращением винта с помощью рукоятки. При этом струбина надежно упирается в стойку ножками, приваренными к планке. Наличие планки позволяет применять струбину на стойках любой ширины. Для ограничения вращения головки имеется планка, которая, передвигаясь вместе с головкой по ножке струбины, препятствует перекручиванию струны.

Риски основной плоскости судна, а также риски нижней и верхней палуб, отмечены на колоннах неподвижных лесов станеля или стойках; проекции бортовых точек нижней и верхней палуб тоже нанесены на планки, забетонированные в теле станеля.

**При установке на стапеле днищевых секций их проверяют:**

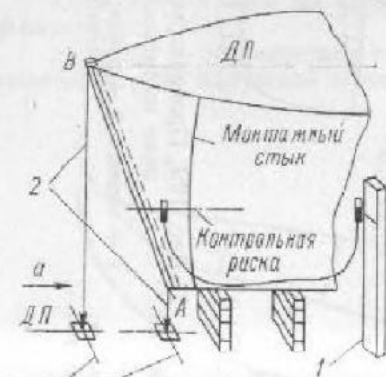
по длине — совмещением контрольной линии среднего шпангоута, нанесенной на наружной обшивке секции, с соответствующей риской на планке станеля (отвесом, рис. 195);





При установке на стапеле палубных секций их проверяют (рис. 199):

- по длине — совмещением контрольных линий среднего шпангоута, нанесенных и настиле палубы и наружной обшивке бортов;
- по полушироте — совмещением линий ДП, нанесенных на настиле палубы и ниже расположенном настиле (весками);
- по высоте — совмещением бортовых кромок палубной секции с теоретической линией палубы, нанесенной на секциях бортов;



Риски на планках положения верхней и нижней кромок форштевня по длине

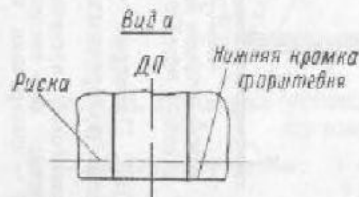


Рис. 200. Проверка на стапеле секции с форштевнем.

1 — стойка; 2 — вески.

с линией крайнего кормового шпангоута; одновременно положение секции по длине проверяют по осевой линии валопровода;

совмещением центров всех трех отверстий с осью баллера — опусканием веска по оси баллера из центра верхнего отверстия и определением зазора между нитью веска и кромкой линейки, которую устанавливают по центровым рискам нижних отверстий;

по высоте — сравнением высоты верхней кромки подпятника с соответствующей риской на колонне (шланговым ватерпасом); одновременно с этим проверяют положение секции относительно линии валопровода.

Проверочные работы при установке секций на наклонных стапелях несколько сложнее, так как при проведении всех замеров приходится учитывать уклон стапеля.

Установка на наклонном стапеле секции поперечной переборки и кормовой секции с ахтерштевнем показана на рис. 202 и 203.

на поперечную погибь — сравнением разницы высот палубы в ДП и при бортах с плазовыми данными (шланговым ватерпасом и плазовыми шаблонами в местах расположения переборок и рамных шпангоутов).

Секцию с форштевнем на стапеле проверяют (рис. 200):

по длине, полушироте и углу наклона — совмещением с перекрестиями на планках стапеля острия весков, опущенных из точек А и В с наружной поверхности форштевня при нижней и верхней его кромках; проверку положения секции по длине можно выполнять по монтажной шпации;

по высоте — сравнением высоты контрольной риски, нанесенной на форштевне, с высотой соответствующей риски на колонне лесов стапеля (шланговым ватерпасом).

Секцию с ахтерштевнем и гелемпортной трубой на стапеле проверяют (рис. 201):

относительно ДП и по длине — опусканием весков из центра отверстия в подпятнике баллера и из точки пересечения ДП секции

При установке на секцию двойного дна поперечной переборки высотой  $h$ , как показано на рис. 202, острие веска, опущенного с верхней кромки переборки, будет отстоять от нижней кромки на величину  $a$ , равную произведению  $a \times \operatorname{tg} \alpha$ , где  $\alpha$  — угол уклона стапеля (углы  $\alpha$  равны между собой, как образованные двумя взаимно перпендикулярными сторонами).

Зная высоту переборки  $h$  и угол уклона стапеля  $\alpha$ , заранее можем определить величину  $a$ , которую и отложим на настиле второго дна от линии притыкания переборки. Если весок, опущенный с верхней кромки переборки, попадает своим острием в отмеченную точку, это означает, что плоскость переборки перпендикулярна к настилу второго дна.

Для проверки установки на наклонный стапель секции с ахтерштевнем необходимо аналогично изложенному выше определить расстояния  $a$ ,  $b$  и  $c$  от оси баллера руля по известным высотам АВ, ВС и CD, а затем в полученные точки опустить вески из точек А, В и С.

При установке на судно объемных секций (ярусов) надстроек и рубок их проверяют (рис. 204):

по длине — совмещением линий среднего шпангоута, нанесенных на настиле палубы и продольных стенках рубки;

по полушироте — совмещением линий ДП, нанесенных на настиле палубы и поперечных стенках рубки (или опусканием веска с линии ДП на крыше рубки на линию ДП на палубе);

по высоте — проверкой высот горизонтальных контрольных линий, нанесенных на продольных стенках рубки (в крайних точках), от нижележащей палубы;

на совмещение нижних кромок стенок рубки с линиями, нанесенными на палубе и показывающими расположение подпалубного набора.

Проверка фундаментов, кронштейнов и мортир гребных валов. При установке в сварке фундаментов наиболее ответственными операциями являются проверочные работы, так как они должны обеспечить точность установки фундамента по заданным координатам,

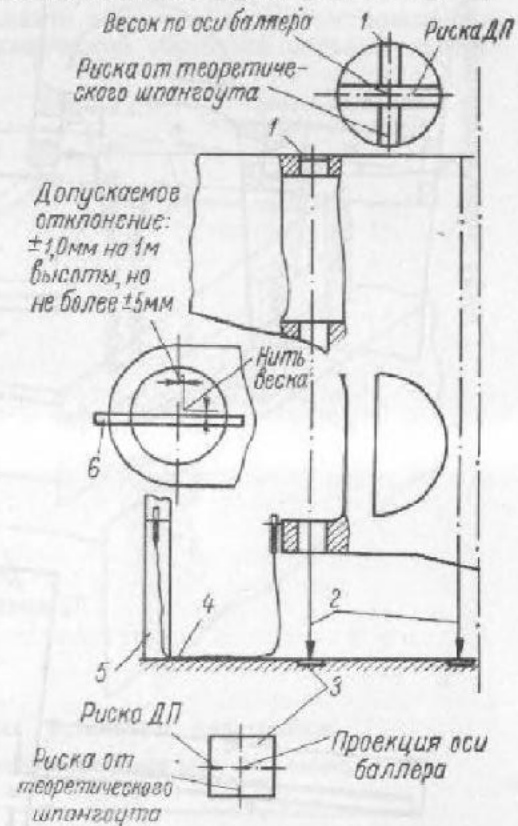


Рис. 201. Проверка на стапеле с ахтерштевнем.

1 — крестовина; 2 — вески; 3 — планка с рисками; 4 — шланговый ватерпас; 5 — стойка; 6 — линейка.

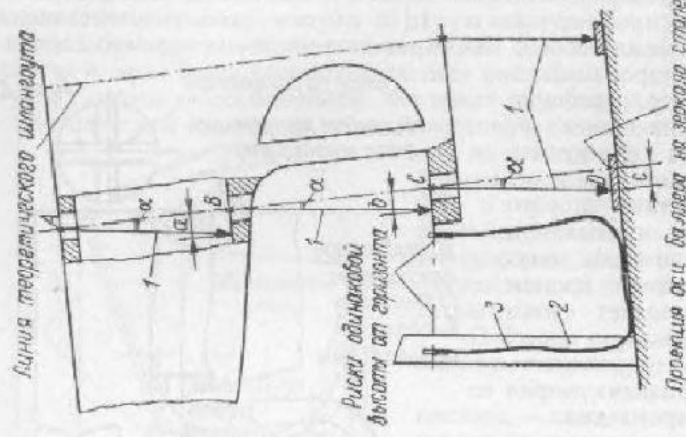


Рис. 203. Проверка установки на наклонном стале на секции кормовой оконечности.  
1 — вески; 2 — стойка; 3 — шланговый ватерпас.

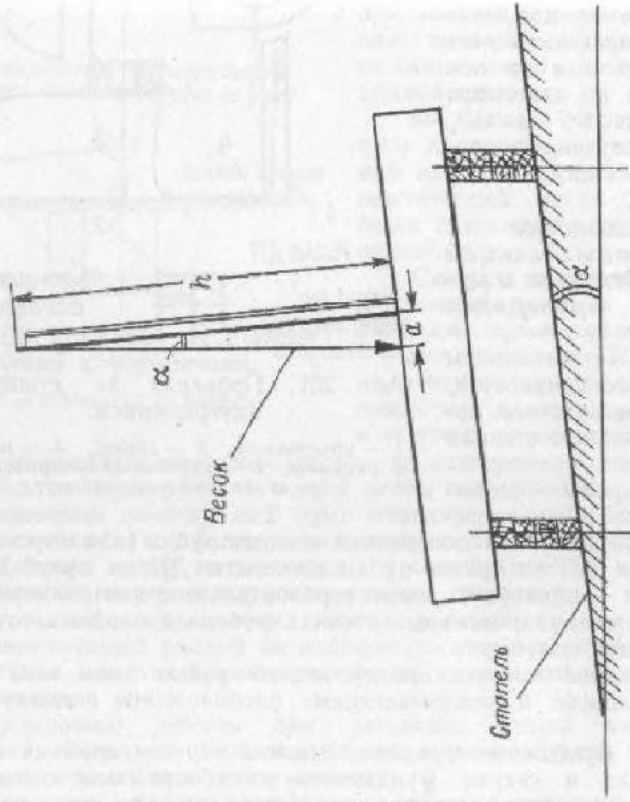


Рис. 202. Проверка установки на наклонном стале поперечной переборки.

а также правильность расположения верхней опорной поверхности фундамента, на которую впоследствии будет установлен тот или иной механизм.

Раньше опорные поверхности большинства фундаментов после сборки и сварки на стапеле, как правило, подвергали механической обработке, чтобы точно установить механизм в нужное положение. В последнее время объем механической обработки опорных поверх-

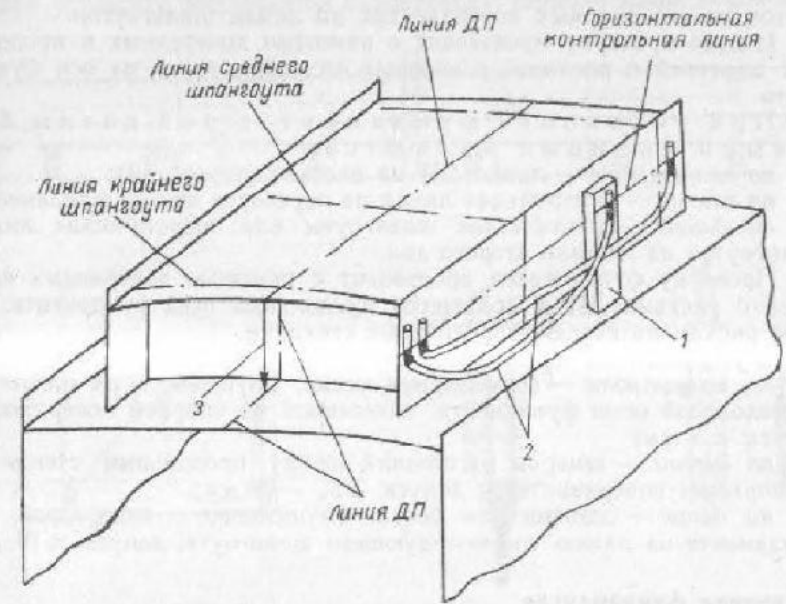


Рис. 204. Проверка установки надстройки.  
1 — стойка; 2 — шланговый ватерпас; 3 — весок.

ностей на стапеле стараются сократить, поэтому в ряде случаев фундаменты обрабатывают до их установки на судно; в связи с этим требовательность к сборщикам, работающим по установке фундаментов, повысилась.

Фундаменты необходимо проверять: при установке их под причерчивание, при сборке под сварку, во время и по окончании сварки.

#### Установка фундаментов под главные двигатели и котлы

Главные механизмы и котлы обычно устанавливают на нескольких самостоятельных фундаментах, взаимное расположение которых зафиксировано в чертеже.

Базовыми линиями при проверке фундаментов под двигатель служат:

- по поперечности и высоте — стеклинь, натянутый по оси вала;
- по длине — практические шпангоуты или теоретические линии шпангоутов на настиле второго дна.



При этом **фундаменты проверяют:**  
*по полушироте* — опусканием веска со стеклина на продольную ось фундамента, нанесенную на его опорные поверхности; допуск  $\pm 5$  мм;  
*по высоте* — замером расстояния от стеклина до опорной поверхности фундамента с учетом припуска на обработку; допуск  $+10$ ,  $-3$  мм;

*по длине* — опусканием веска с точек поперечных осей фундаментов на его опорных поверхностях на линии шпангоутов.

Иногда проверку производят с помощью поперечных и продольных шергелей с рисками, с которых опускают вески на оси фундамента.

При установке фундаментов под котлы базовыми линиями являются:

*по полушироте* — линия ДП на настиле второго дна;  
*по высоте* — контрольная линия на переборке вблизи фундамента;  
*по длине* — практические шпангоуты или теоретические линии шпангоутов на настиле второго дна.

Проверку фундаментов производят с помощью поперечных шергелей с рисками ДП и полуширот продольных осей фундамента; по этим рискам натягивают продольные стеклины.

#### **Фундаменты проверяют:**

*по полушироте* — совмещением веска, опущенного со стеклина, с продольной осью фундамента, нанесенной на опорной поверхности; допуск  $\pm 5$  мм;

*по высоте* — замером расстояний между продольным стеклином и опорными поверхностями; допуск  $+5$ ,  $-15$  мм;

*по длине* — совмещением веска, спущенного с поперечной оси фундамента на линию соответствующего шпангоута; допуск  $\pm 10$  мм.

#### **Установка фундаментов под подшипники валопровода**

В этом случае базовой линией служит осевая линия вала, пробитая проверщиками с помощью светового луча или нивелира; после установки по осевой линии специальных планок с отверстиями для мишенек через эти отверстия натягивают стеклины.

#### **Фундаменты валопровода проверяют:**

*по полушироте* — опусканием веска со стеклина и совмещением его с продольной осью фундамента, нанесенной на опорной поверхности, в двух крайних точках фундамента;

*по высоте* — с помощью угольника, устанавливаемого на опорную поверхность фундамента; на вертикальной полке этого угольника нанесены риски отстояния опорных поверхностей от оси вала с учетом припуска на обработку опорных поверхностей. Риски совмещают со стеклином в двух крайних точках по продольной оси фундамента;

*по длине* — продольным шергелем, уложенным на всем протяжении валопровода; на шергене нанесены риски отстояния поперечных осей всех фундаментов от плоскости фланца упорного подшипника.

Положение фундаментов проверяют совмещением соответствующих рисок на шергене с линиями поперечных осей фундаментов, нанесенными на поперечные бруски между продольными опорными поверхностями.

#### **Установка кронштейнов гребных валов и мортир**

Кронштейны и мортiry гребных валов должны иметь *припуски по толщине* со стороны внутренних поверхностей отверстий величиной 20—30 мм; лапы, которыми кронштейны крепятся к корпусу судна, тоже имеют припуски по толщине.

При проверке кронштейнов и мортир базовой линией, так же, как и при установке фундаментов валопровода, служит осевая линия вала.

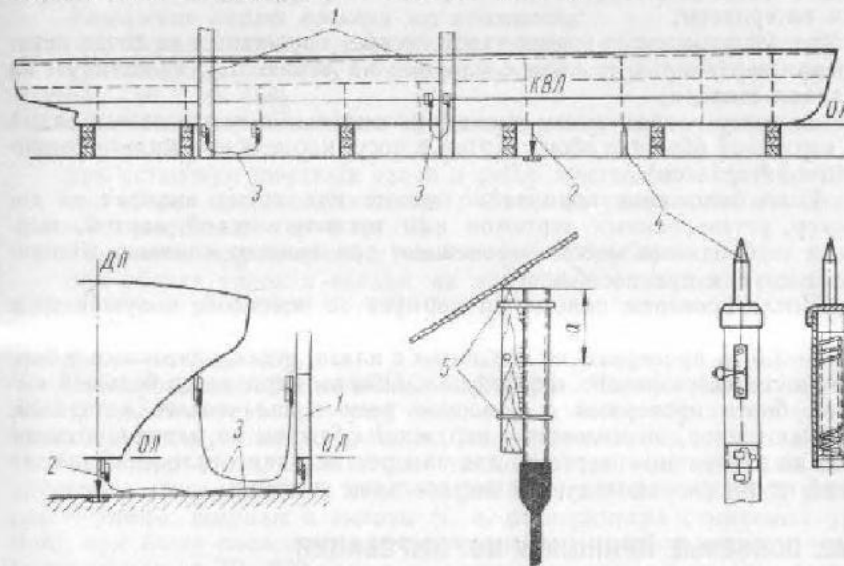


Рис. 205. Проверка корпуса судна на станиле.

1 — стойка; 2 — вески; 3 — шланговый ватерпас; 4 — движок; 5 — бугели.

Проверку необходимо производить дважды: при установке под причерчивание и при сборке под сварку.

Кронштейн или мортiry подводят к примыкающим конструкциям корпуса и проверяют совмещение их осей с осью вала. Проверку нужно производить с помощью линейки — замером расстояний от стеклина, натянутого по оси вала, до горизонтальных и вертикальных рисок, нанесенных на носовом и кормовом торцах кронштейна или мортiry; допускаемые отклонения  $\pm 3$  мм.

Кроме того, необходимо проверить *положение кронштейна и мортiry по длине*, что делают с помощью продольного шергена, уложенного по оси вала (см. выше об установке фундаментов под подшипники валопровода); отклонение по длине  $\pm 5$  мм.

#### **Проверка корпуса судна.**

##### **Положение корпуса на станиле проверяют:**

в процессе сборки и сварки секций;  
 после окончания сварки корпуса;  
 перед установкой, сдачей под сварку и после приварки фундамен-

тов под главные механизмы и валопровод; то же mortar и кронштейнов гребных валов;

перед (и после) испытания корпуса на водонепроницаемость (в случае испытания отсеков наливом водой).

**Корпус судна проверяют** (рис. 205):

*на прямолинейность* (горизонтальность) основной линии — сравнением высот этой линии в различных точках по длине корпуса с рисками контрольной основной на стойках или колоннах стапеля (с помощью движков различной конструкции — реперов), а также шланговым ватерпасом;

*по полушироте* — совмещением весков, опущенных из точек пересечения вертикального кля с флорами на линию ДП, нанесенную на планках стапеля;

*по крену* — сравнением высот горизонтальных контрольных линий на наружной обшивке обоих бортов в носу, корме и при миделе (шланговым ватерпасом).

Если положение корпуса по высоте или крену выходит из допусков, установленных чертежом или технологической картой, корпус в необходимых местах перемещают при помощи клиньев, домкратов и других приспособлений.

После проверки положения корпуса по основной, полушироте и крену *проверяют обводы судна*. Небольшие суда, с высотой борта менее 3—3,5 м, проверяют по шаблонам с плаза, устанавливаемым у бортов на соответствующих шпангоутах. Обводы корпусов с большей высотой борта проверяют с помощью реек и шлангового ватерпаса, а также весков, опускаемых с наружной обшивки на планки стапеля либо на поперечные штергены; для замеров величин отклонений острия веска от рисок используют измерительные линейки.

## § 62. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ НОРМИРОВАНИЯ СБОРОЧНЫХ РАБОТ

**Нормирование работ по предварительной сборке.** Норма времени на сборку узлов и секций корпуса складывается из суммы штучного и подготовительно-заключительного времени.

*Штучное время сборки узлов и секций* состоит из оперативного времени, зависящего от собираемой конструкции и ее размеров, и времени, затрачиваемого на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности. Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности принимают равным 10% от оперативного; следовательно, штучное время сборки составляет 110% от оперативного.

*Нормы штучного времени на сборку различных узлов и секций* берут из таблиц, составленных на основе фотохронометражных наблюдений; этим учитывают различные факторы, влияющие на длительность операций при сборке. Так, при сборке тавровых узлов на плите норма штучного времени зависит от длины пояска, длины и высоты стенки, а также формы узла (при сборке балки с пояском под малку норму увеличивают на 20%; при сборке криволинейных узлов, в зависимости от кривизны — на 20—80%, и т. д.).

*Подготовительно-заключительное время* учитывает: получение задания и чертежей, ознакомление с работой и инструктаж мастера, получение и сдачу инструмента и приспособлений, сдачу работы и чертежей.

Подготовительно-заключительное время устанавливают в процентах от штучного времени в зависимости от сложности операций сборки. Так, при сборке несъемных узлов и полотниц секций величина подготовительно-заключительного времени составляет 3% от нормы штучного времени; при сборке объемных секций — 8%.

Если работы по электроприхватке, газовой резке и подрубке выполняет сам сборщик (при совмещении профессий), то к нормам времени на сборку прибавляют время на эти операции, также в процентах от нормы времени на сборку.

*Увеличение нормы времени на прихватку:*

при сборке тавровых узлов и сборке фундаментов — от 15 до 25%; при сборке полотниц, объемных секций и при установке фундаментов — от 5 до 15%.

*Увеличение нормы времени на газовую резку* (связанную непосредственно со сборкой):

при установке тавровых узлов и ребер жесткости — от 6 до 12%; при сборке плоскостных секций, объемных узлов набора и сборке секций в постелях — от 4 до 8%.

*Увеличение нормы времени на местную подрубку:*

при сборке узлов и секций на плите и в постелях с малой погибью — от 8 до 15%;

при сборке фундаментов, а также секций в постелях с крутой погибью — от 5 до 10%.

**Нормирование работ по стапельной сборке.** Норма времени на установку, стыкование и проверку секции на стапеле образуется из так называемого *оперативного времени*. Оперативное время для различных операций при стапельной сборке также находят по таблицам норм времени в зависимости от типа секций и суммы их основных размеров — длины, ширины и высоты (т. е. от периметра стыкуемых кромок); при более сложных условиях выполнения работ норму времени увеличивают на 10—20%.

Время на обслуживание рабочего места, отдых и естественные потребности при стапельной сборке принимают равным 14% от оперативного времени, а подготовительно-заключительное время для сборщиков (в зависимости от степени сложности выполняемой работы) — 5, 8 и 10% от оперативного времени.

К таблицам норм времени на стапельную сборку дополнительно принимают *поправочные коэффициенты на повторяемость работ при серийной постройке судов*; от 11-го до 25-го судна серии применяют коэффициент 0,9, а для последующих судов — коэффициенты 0,8—0,7.

Кроме того, учитывая различные условия работ, принимают следующие коэффициенты:

в условиях открытого горизонтального и закрытого наклонного стапелей — 1,0;

в условиях закрытого горизонтального стапеля — 0,9;

в условиях открытого наклонного стапеля — 1,1.

При блочном методе сборки с применением стапель-кондукторов или тележек с центрирующим устройством принимают коэффициент 0,8.

В случае одновременного применения нескольких коэффициентов, их перемножают (например, при блочной сборке 15-го судна серии в условиях закрытого горизонтального стапеля со стапель-кондукторами коэффициент будет равен  $0,9 \times 0,9 \times 0,8 = 0,648$ ).



Пример расчета нормы времени на сборку секции поперечной переборки из листов и деталей со сборкой узлов (на основе Нормативов времени на узловую и секционную сборку судов водоизмещением свыше 500 т, № 7419-03—55).

Основные размеры секции  $5,0 \times 2,5$  м.

Детали и узлы, входящие в секцию:  $L$  — длина,  $B$  — ширина,  $H$  — высота,  $\delta$  — толщина.

1. Листы полотища: 1.  $L \times B = 2,5 \times 1,5$ ; 2.  $L \times B = 2,5 \times 1,5$ ; 3.  $L \times B = 5,0 \times 1,5$ .

Толщина листов  $\delta = 5$  мм.

2. Вертикальные стенки стоек (5 шт.):  $L = 2,0$  м;  $H = 0,2$  м.

3. Пояски стоек (5 шт.):  $L = 2,0$  м;  $B = 0,06$  м.

Толщина поясков  $\delta = 6$  мм.

4. Ребра жесткости (4 шт.):  $L = 1,9$  м;  $B = 0,06$  м.

Секцию собирают на сборочной площадке.

#### А. Собрать полотнище

поперечной переборки из листов 1, 2, 3

По табл. 16\* находим норму штучного времени на установку листов

Для листа 1  $t_1 = 0,19$  чел.-час

» » 2  $t_2 = 0,19$  »

» » 3  $t_3 = 0,26$  »

Норма штучного времени установки всех листов полотнища составит

$$T_{шт.о} = t_1 + t_2 + t_3 = 0,19 + 0,19 + 0,26 = 0,64 \text{ чел.-час.}$$

По табл. 17\* штучное время на стыкование и обжатие 1 пог. м монтажного стыка при толщине полотнища 5 мм составляет

$$t_{пог} = 0,2 \text{ чел.-час.}$$

Длина всех монтажных стыков

$$l = 2,5 + 2,5 + 1,5 = 6,5 \text{ пог. м.}$$

Норма штучного времени на стыкование и обжатие всех монтажных стыков будет

$$t_{пог} \cdot l = 0,2 \cdot 6,5 = 1,3 \text{ чел.-час.}$$

Общее штучное время установки листов, их стыкование и обжатие к площадке составит

$$T_{шт.А} = T_{шт.о} + t_{пог} \cdot l = 0,64 + 1,3 = 1,94 \text{ чел.-час.}$$

На стр. 10\* находим норму времени на электроприхватку в процентах от нормы времени сборки, равной 15%

$$T_{шт.прихв} = 1,94 \cdot 0,15 = 0,29 \text{ чел.-час.}$$

#### Б. Собрать в узлы стойки с поясками

По табл. 3\* находим норму штучного времени на сборку одной стойки с пояском

$$t_{шт} = 0,23 \text{ чел.-час.}$$

Норма штучного времени на сборку пяти стоек с поясками составит

$$T_{шт.В} = 0,23 \cdot 5 = 1,15 \text{ чел.-час.}$$

Произвести прихватку при сборке в узлы стоек с поясками. На стр. 10\* находим норму времени на электроприхватку в процентах от нормы времени сборки, равной 25%

$$T_{шт.прихв2} = 1,15 \cdot 0,25 = 0,29 \text{ чел.-час.}$$

#### В. Произвести разметку

мест установки стоек

и ребер жесткости

на собранном полотнище переборки

1. Для стоек — пять мест установки при  $L = 2,0$  м.

2. Для ребер жесткости — четыре места установки при  $L = 1,0$  м

По табл. 66\* находим норму штучного времени разметки одного места установки стойки.

$$t_{шт} = 0,08 + 0,08K = 0,08 + 0,08 \cdot 0,5 = 0,12 \text{ чел.-час.}$$

где  $0,08K$  — время на разметку второй линии, указывающей толщину устанавливаемого набора (согласно примечанию к таблице 66, пункт 6).

Норма штучного времени на разметку пяти мест установки стоек составит

$$t_{шт} \cdot 5 = 0,12 \cdot 5 = 0,6 \text{ чел.-час.}$$

По этой же таблице находим норму штучного времени разметки одного места установки ребра жесткости

$$t_{шт} \cdot 0,06 + 0,06K = 0,06 + 0,06 \cdot 0,5 = 0,09 \text{ чел.-час.}$$

где  $0,06K$  — время на разметку второй линии, указывающей толщину устанавливаемого набора (согласно примечанию к таблице 66, пункт 6).

Норма штучного времени разметки четырех мест установки ребер жесткости составит

$$t_{шт} \cdot 4 = 0,09 \cdot 4 = 0,36 \text{ чел.-час.}$$

Норма штучного времени на построение сетки мест установки стоек и ребер жесткости на полотнище переборки составит

$$T_{шт.В} = 0,6 + 0,36 = 0,96 \text{ чел.-час.}$$

#### Г. Установить и прижать к полотнищу

пять стоек

По табл. 26\* находим норму штучного времени на установку и обжатие одной стойки

$$t_{шт} = 0,28 \cdot 0,8 = 0,224 \text{ чел.-час.}$$

где  $0,8$  — коэффициент, учитывающий, что стойки ставят на полотнище без выставленных ребер жесткости.

\* См. список на стр. 268.

\* Ссылки на номера таблиц и страниц относятся к вышеуказанным Нормативам.



Норма штучного времени на установку пяти стоек составит

$$T_{шт. Г} = 0,224 \cdot 5 = 1,12 \text{ чел.-час.}$$

*Д. Установить и прижать к полотнищу четыре ребра жесткости*

По табл. 21 \* находим норму штучного времени на установку и обжатие одного ребра жесткости

$$t_{шт. Д} = 0,09 \text{ чел.-час.}$$

Норма штучного времени на установку и обжатие четырех ребер жесткости составит

$$T_{шт. Д} = 0,09 \cdot 4 = 0,36 \text{ чел.-час.}$$

*Е. Подогнать стыки ребер жесткости к стойкам (всего четыре стыка)*

По табл. 44 \* находим норму штучного времени на подгонку одного стыка при высоте профиля  $H = 0,06 \text{ м}$

$$t_{шт. Е} = 0,04 \text{ чел.-час.}$$

Норма штучного времени на подготовку четырех стыков составит

$$T_{шт. Е} = 0,04 \cdot 4 = 0,16 \text{ чел.-час.}$$

Произвести прихватку при установке на полотнище ребер жесткости и при подгонке стыков ребер жесткости. На стр. 10 \* находим норму времени на электроприхватку в процентах от нормы времени сборки, равной 15%

$$T_{шт. прихв. З} = 1,12 \cdot 0,15 + 0,36 \cdot 0,15 + 0,16 \cdot 0,15 = \\ = 0,17 + 0,05 + 0,02 = 0,24 \text{ чел.-час.}$$

*Ж. Оконтуровать кромки полотнища поперечной переборки с четырех сторон*

По табл. 28 \* находим норму штучного времени на контуровку полотнища переборки при длине контурных линий:

а) прямолинейных  $L = 5,0 \text{ м}$

$$t_{шт. 1} = 0,05 \cdot 5 = 0,25 \text{ чел.-час.}$$

б) криволинейных  $L = 7,0 \text{ м}$

$$t_{шт. 2} = 0,17 \cdot 7 = 0,84 \text{ чел.-час.}$$

$$T_{шт. Ж} = t_{шт. 1} + t_{шт. 2} = 0,25 + 0,84 = 1,09 \text{ чел.-час.}$$

Норма штучного времени сборки секции поперечной переборки из листов и деталей со сборкой узлов составит

$$\sum T_{шт.} = T_{шт. А} + T_{шт. Б} + T_{шт. В} + T_{шт. Г} + T_{шт. Д} + \\ + T_{шт. Е} + T_{шт. Ж} = 1,94 + 1,15 + 0,96 + 1,12 + \\ + 0,36 + 0,16 + 1,09 = 6,78 \text{ чел.-час.}$$
$$T_{шт. сборки} = 6,78 \text{ чел.-час.}$$

\* См. сноску на стр. 268.

Норма штучного времени прихватки при сборке секции поперечной переборки составит

$$\sum T_{шт. прихв} = T_{шт. прихв. 1} + T_{шт. прихв. 2} + T_{шт. прихв. 3} = \\ = 0,29 + 0,29 + 0,24 = 0,82 \text{ чел.-час.}$$

Норму штучного времени подрубki при сборке поперечной переборки берут на стр. 10 \* в процентах от нормы штучного времени сборки, равной 15%

$$T_{шт. подр} = 6,78 \cdot 0,15 = 1,02 \text{ чел.-час.}$$

Норму штучного времени газорезки при сборке поперечной переборки берут на стр. 10 \* в процентах от нормы штучного времени сборки, равной 8%

$$T_{шт. газор} = 6,78 \cdot 0,08 = 0,54 \text{ чел.-час.}$$

Норма штучного времени сборки секции поперечной переборки, включая прихватку, газорезку и подрубку при сборке будет

$$T_{шт.} = T_{шт. сборки} + T_{шт. прихв} + T_{шт. газор} + T_{шт. подр} = \\ = 6,78 + 0,82 + 1,02 + 0,54 = 9,16 \text{ чел.-час.}$$

Подготовительно-заключительное время берут по табл. 1 \*, по графе «простое»;  $a = 3\%$  от нормы штучного времени.

Полная норма времени сборки секции поперечной переборки, включая прихватку, газорезку и подрубку при сборке, будет

$$T_{н.} = T_{шт.} + T_{шт.} \cdot \frac{a}{100} = 9,16 + 9,16 \cdot \frac{3}{100} = \\ = 9,16 + 0,27 = 9,43 \text{ чел.-час.}$$
$$T_{н.} = 9,43 \text{ чел.-час.}$$

## § 63. СПУСК СУДОВ. КОНСТРУКЦИИ СПУСКОВЫХ УСТРОЙСТВ

Спуск на воду построенных судов осуществляется следующими способами:

а) по наклонным спусковым дорожкам продольных и поперечных стапелей;

б) по наклонным рельсовым путям слипов (на тележках);

в) всплытием судов в сухих доках и наливных док-камерах;

г) посредством плавучих доков.

Наиболее технически сложный и трудоемкий способ — спуск с продольных и поперечных стапелей. В этом случае для каждого готовящегося к спуску судна изготавливают и монтируют специальные спусковые устройства, вместе с которыми судно входит в воду, скальзывая по наклонной насащенной поверхности на полозьях.

На рис. 206 показано судно, подготовленное к спуску на воду. Осталось убрать последние деревянные упоры в кормовой части и очистить спусковые полозья. Перо руля удерживается от поворота при спуске специальными найтовками.

\* См. сноску на стр. 268.

На рис. 207 показан момент входа в воду кормовых спусковых полозьев. Вес корпуса передается на полозья посредством металлических копыльев, удерживаемых верхним концом в металлические башмаки, приваренные к корпусу. Отчетливо видны *найтвы* — металлические полосы, с помощью которых спусковое устройство временно прикреплено к корпусу. На фальшборте кормовой надстройки подвешен на цепях *временный якорь* для удержания судна от разбега после его схода на воду.

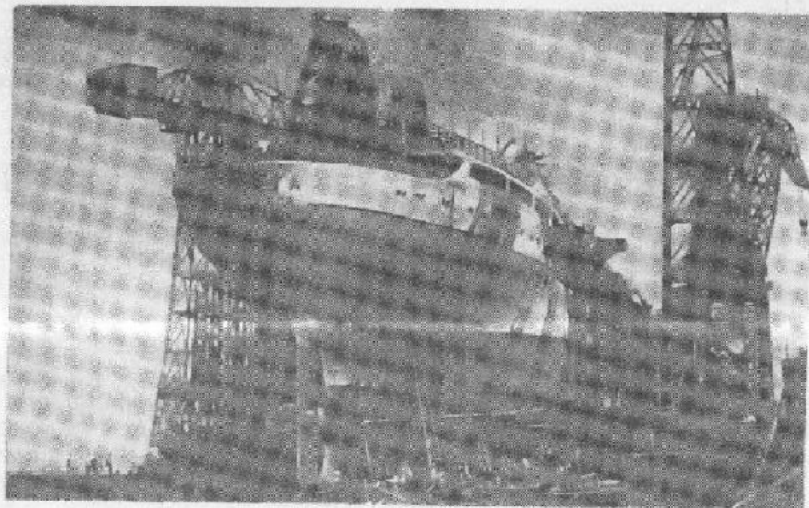


Рис. 206. Судно, подготовленное к спуску на воду.

При продольном спуске судна спусковые дорожки должны иметь *предельные углы уклона*: для больших судов 0,042—0,057, для малых судов 0,057—0,105.

Эти уклоны обеспечивают самостоятельное страгивание судна и скольжение его по насаленным дорожкам.

Поперечный спуск применяют при постройке небольших судов, как правило, — на речных верфях. Уклон спусковых дорожек здесь значительно больше (0,125—0,2), но судно при входе в воду останавливается быстрее, встречая бортом значительное сопротивление воды. Самым простым с точки зрения монтажа спускового устройства является спуск по двум спусковым дорожкам.

*Спуск судов со слипов* производится при продольном и поперечном положении корпуса относительно оси спусковых дорожек. В тех случаях, когда спусковой вес судов не превышает 1000 т, более выгодным является продольный двухопорный слип, имеющий следующие характеристики (см. рис. 158):

Наибольшая длина спускаемого судна . . . . .	80 м
» ширина спускаемого судна . . . . .	13 »
» осадка спускаемого судна кормой . . . . .	4 »
Скорость спуска . . . . .	3,45 м/мин

Спуск происходит на *двух спусковых тележках* (рис. 208), каждая из которых 32-ходовыми колесами опирается на два рельсовых пути обычной железнодорожной колес. Колеса укреплены на рамах звеньев тележки с помощью двуступенчатых балансиров. Несущими судно элементами спусковой тележки являются две платформы, опирающиеся на рамы тележки посредством сферических шарниров, допускающих наклонение платформы на угол около 10°. На платформах установлены металлические кильблоки с деревянными прокладками по обводам судна.

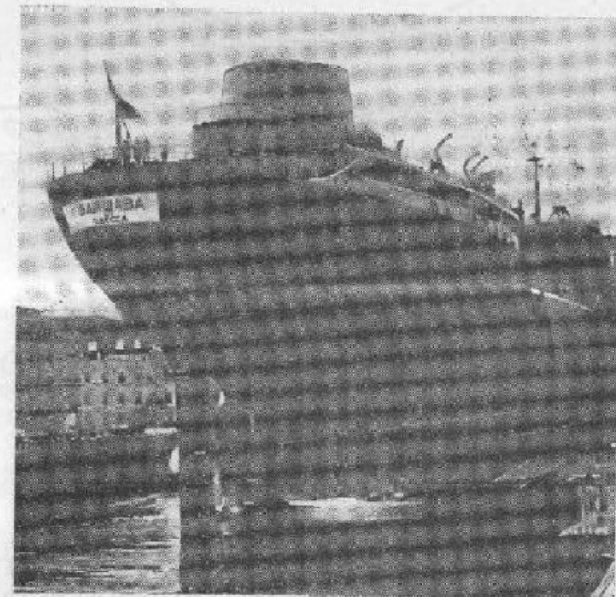


Рис. 207. Судно в момент входа в воду кормовых спусковых полозьев.

Для *всплытия судна в сухом доке* док по готовности судна заполняют водой, в результате чего судно всплывает над опорными (построечными) устройствами. После этого судно выводят из дока, ворота дока закрывают, откачивают насосами воду и готовят док к закладке следующего судна.

В отличие от сухих доков *наливные док-камеры* служат не для постройки, а только для спусков судов.

Судно через ворота в передней стенке док-камеры вводят на тележках по горизонтальным рельсовым путям. Ворота закрывают и док-камеру заполняют водой. Судно всплывает и передвигается лагом на глубокую часть камеры. Затем воду из док-камеры выпускают до выравнивания уровней в док-камере и в акватории. После этого открывают выходные ворота в задней стенке док-камеры и судно выводят в акваторию.

Спуск судов с помощью *плавающих доков* осуществляется так. Судно, установленное на тележках с гидравлическими домкратами,



переводят на плавучий док, стпель-палуба которого оснащена рельсовыми путями. При этом док торцовой стороной швартуют к специально оборудованной береговой линии; рельсовые пути дока совмещают с береговыми и судно переводят в док.

Способы спуска обуславливают и конструкцию спусковых устройств. Более сложной и трудоемкой по изготовлению и монтажу является конструкция спусковых устройств при продольном спуске.

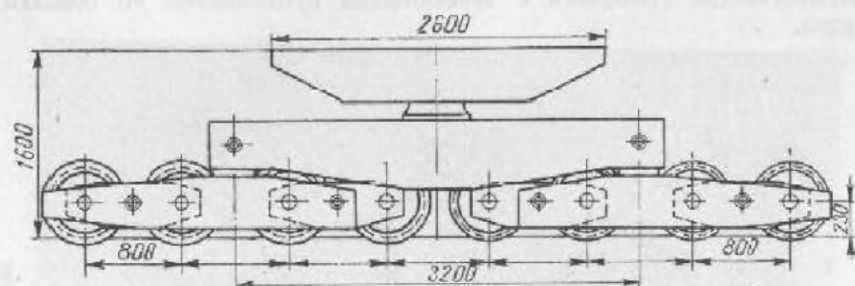


Рис. 208. Спусковая тележка.

Поперечное сечение такого спускового устройства показано на рис. 209 (один борт; второй борт — симметрично).

Корпус судна опирается на подбрюшник из брусьев, набранных в соответствии с обводами судна в данном месте. Подбрюшник уложен на спусковые полозья, причем между подбрюшником и полозом иногда

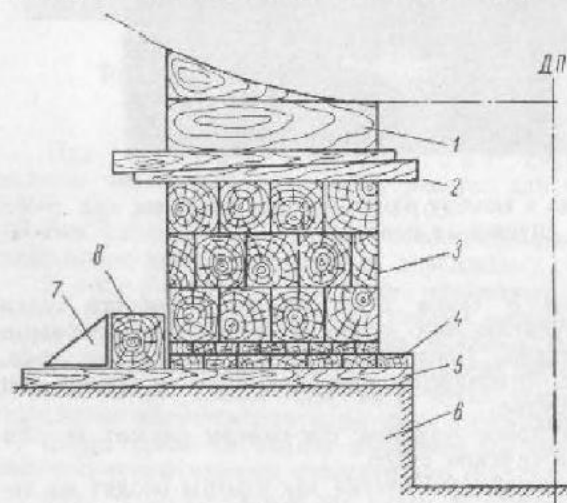


Рис. 209. Поперечное сечение спусковых устройств при продольном спуске.

1 — подбрюшник; 2 — поперечные клинья; 3 — спусковые полозья; 4 — верхняя часть настила; 5 — нижняя часть настила; 6 — бетонное основание; 7 — клинья крепления рыбины; 8 — спусковая рыбина.

ставят поперечные клинья. Спусковые полозья расположены на деревянном настиле спусковой дорожки; верхняя часть настила так же, как и нижняя подшивка полозьев, сделана из дубовых досок, а нижняя часть — из сосновых брусьев. Между трущимися при спуске поверхностями полозьев и настила спусковой дорожки нанесена *насалка* — специальный состав для уменьшения коэффициента трения при движении полозьев по дорожке.

В оконечностях судна, где обводы не позволяют набрать под корпусом плотно облегающий его горизонтальный подбрюшник, устанавливают вертикальные копылья (рис. 210) — деревянные или металлические упоры. Копылья опираются нижними концами на полозья, а верхними — в металлические обоймы («башмаки»), закрепленные на корпусе судна.

Для упрощения демонтажа спусковых устройств после спуска судна на воду башмаки прикрепляют не непосредственно к корпусу судна, а к стальным полосам — «полотенцам», которые облегают

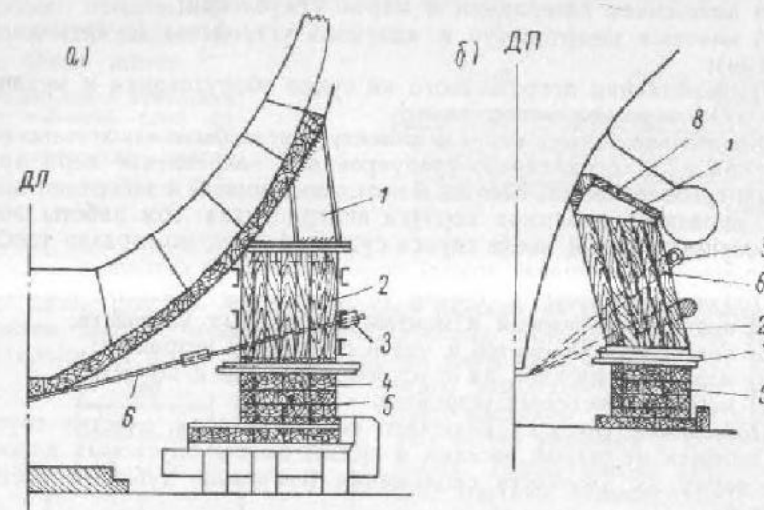


Рис. 210. Спусковые копылья: а — носовые; б — кормовые.

1 — башмак; 2 — копыль; 3 — оглобля; 4 — подбрюшник; 5 — полоз; 6 — стяжка; 7 — клинья; 8 — деревянные бруски.

корпус снизу и соединяют башмаки правого и левого бортов. Между корпусом и «полотенцами» уложены деревянные бруски толщиной до 100 мм — для более плотного прилегания «полотенца» к обшивке.

На рис. 210 показана также конструкция соединения спусковых устройств правого и левого бортов. Этой цели служат стяжки с талрепами, устанавливаемые поперек судна на заданных расстояниях друг от друга; концы стяжек закреплены на продольных брусках — оглоблях.

Спусковые устройства (полозья, подбрюшники, копылья) прикреплены к корпусу с помощью найтовов — вертикальных стальных полос с крюками, зацепляющимися за верхнюю кромку бортовой обшивки либо привариваемыми.

Спусковые полозья устанавливают на спусковых дорожках с обоих бортов по всей длине судна без промежутков между отдельными полозьями, либо отдельными секциями. Отдельные полозья соединяются между собой посредством накладных металлических планок со штырями, обеспечивающими возможность небольшого вертикального смещения и поворота одного полоза относительно другого.



## § 64. МОНТАЖ СПУСКОВЫХ УСТРОЙСТВ НА НАКЛОННОМ СТАПЕЛЕ

Монтаж спусковых устройств начинают с таким расчетом, чтобы закончить его к моменту спуска самого судна.

Готовность судна к спуску определяется выполнением следующих обязательных работ:

- испытаний на непроницаемость наружной обшивки, палубы и прочных переборок;
- окраски подводной части корпуса;
- нанесением ватерлинии и марок углубления;
- монтажа швартовного и якорного устройства (с временными якорями);
- закрепления погруженного на судно оборудования и механизмов.

Желательно также, чтобы к моменту спуска были закончены: монтаж пера руля с баллером, градуировка и закрепление пера руля, монтаж гребного винта, монтаж и испытание донной и забортной арматуры, окраска и изоляция корпуса внутри судна. Эти работы могут быть осуществлены и после спуска судна на воду, но гораздо удобнее (и при меньших затратах труда) проводить их на стапеле.

Подготовка судна к спуску с наклонного стапеля включает:

- подготовку стапеля к монтажу спусковых устройств;
- подготовку элементов и узлов спусковых устройств;
- нанесение насалок на спусковые дорожки и полозья;
- монтаж спусковых устройств.

Подготовка стапеля включает: осмотр стапеля, очистку спусковых дорожек от старой насалки и грязи, осмотр спусковых дорожек и проверку их плоскости скольжения (состояние дубового настила дорожек).

Подготовка самих спусковых устройств к монтажу их на стапеле состоит в подборе, осмотре и комплектовании всех элементов и узлов устройств; проверке их соответствия чертежам; ремонте и подправке. Кроме того, иногда бывает необходимо изготовить некоторые утерянные и недостающие детали.

Насалка, наносимая на поверхность спусковых дорожек, а также на нижние (трусщиеся) поверхности полозьев, состоит из четырех слоев; три слоя наносят на дорожки (основной слой, или слой давления, промежуточный и верхний, или слой скольжения); один слой наносят на полозья. Насалка должна:

- выдерживать среднее удельное давление до  $30 \text{ т/м}^2$  и местное удельное давление до  $50 \text{ т/м}^2$ ;
- быть износостойкой в такой мере, чтобы при движении спусковых полозьев толщина ее слоя уменьшилась бы не более чем на 50%;
- сохранять основные свойства при температурах, возможных в интервале времени между нанесением насалки и спуском судна.

Технология изготовления и нанесения насалки должна быть простой, а сама насалка — дешевой. В отечественном судостроении применяют парафино-вазелиновые, парафино-петролатумные и мыльные насалки. Насаливание спусковых дорожек ведут отдельными участками; наносят насалку длинными пеньковыми кистями.

В условиях открытых стапелей просушка дорожек, а также нанесение насалки не всегда возможны из-за неблагоприятных атмосферных условий. В этих случаях применяют так называемую щитовую

насалку (рис. 211), которую можно многократно (до 15 раз) использовать для спуска последующих судов.

Щиты трапециевидной формы (рис. 212) изготовляют из фанеры толщиной 10 мм; размеры щитов определяются шириной спусковой дорожки. Для лучшего скрепления насалки с поверхностью щита

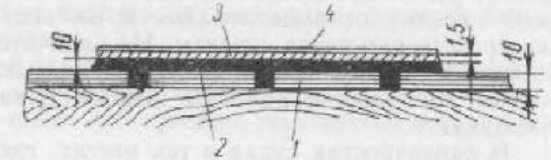
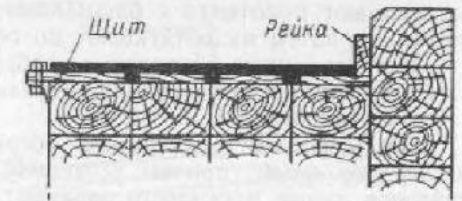


Рис. 211. Щитовая насалка: продольный вид и поперечное сечение щитов.

- фанерное основание;
- основной слой насалки;
- маетика;
- веретенное масло.



в нем по всей поверхности в шахматном порядке просверлены отверстия диаметром 20—30 мм. Насалку наносят на щиты в помещении, а затем щиты с помощью металлических планок и болтов крепят к угольникам на внутренней стороне дорожки (см. рис. 211). После

этого поверхность щитов смазывают мастикой, состоящей из равных частей вазелина и веретенного масла. Перед самым спуском на слой мастики наливают веретенное масло. После спуска судна щиты снимают с дорожек и хранят в специальных помещениях до следующего спуска.

На подводную часть спусковых дорожек щиты не укладывают, так как насалка, нанесенная на хорошо очищенную и просушенную\* поверхность спусковых дорожек в подводной части, сохраняется продолжительное время и может быть использована при спуске нескольких судов. В промежутки времени между спусками подводную часть спусковых дорожек покрывают брезентом и придавливают грузами для предохранения насалки от порчи и смывания водой.

На некоторых верфях вообще отказались от насаливания подводной части спусковых дорожек в расчете на то, что при движении по подводной части дорожек полозья своими нижними поверхностями захва-

\* Для этого нижнюю часть спусковых дорожек периодически поднимают из воды.

тывают часть насалки, которой оказывается вполне достаточно для движения полозьев под водой.

Собственно монтаж спусковых устройств начинают с установки на насаленную дорожку насаленных же полозьев, которые укладывают по разметке на *слизни* — поперечные металлические планки толщиной, несколько большей толщины слоя насалки; слизни предохраняют насалку от выдавливания и их вытаскивают из-под полозьев непосредственно перед спуском. На окончательно установленные и соединенные между собой полозья укладывают поперечные бруски, равные по толщине клинью подбрюшника; на них собирают подбрюшник.

В оконечностях судна в тех местах, где устаивают копылья, затаскивают полотенца с башмаками для крепления верхних концов копыльев, затем их обтягивают по обшивке и закрепляют.

Установленные на полозья подбрюшник и копылья соединяют: по каждому борту деревянными и металлическими раскосами, а между бортами — стяжками.

Все спусковое устройство посредством найтовов прикрепляют к корпусу судна, причем установку и закрепление верхних концов найтовов лучше произвести заранее, до заводки полозьев и разборки строительных лесов вокруг судна. Найтовы, предназначенные для удержания спусковых устройств после спуска, следует располагать вертикально, либо с небольшим наклоном в нос.

В заключение на штатные места между полозьями и подбрюшником с копыльями устаивают клинья (из расчета нагрузки в 10—20 т на одну пару клиньев) и носовые задержники в виде металлических полос, привариваемых одним концом к форштевню, а другим — к стапелю. Задержники удерживают судно после его пересадки (путем подклинки) на спусковое устройство до самого момента спуска.

Поверхности клиньев должны быть хорошо простроганы — для правильного прилегания парных клиньев друг к другу и облегчения работы по подклинке.

Предпусковые работы заканчиваются тщательной уборкой и осмотром поверхности спусковых дорожек: попадание во время спуска посторонних предметов, льда и мусора между насаленными поверхностями полозьев и дорожек может привести к аварии и остановке судна при спуске.

Спусковые работы начинаются с введения под полозья масла; затем из-под полозьев вытаскивают слизни. После этого подклинивают спусковое устройство дубовыми или металлическими брусками — «романами», которые перемещаются по направляющим желобам на уровне ходового (активного) клина с наружной стороны корпуса.

По окончании подклинки клинья крепят к подбрюшнику тросом, а подбрюшник строительными скобами прикрепляют к полозьям. Затем производят обтяжку найтовов и стяжек, соединяющих спусковые полозья обоих бортов.

Наконец, выбивают упоры и разбирают строительные и спусковые кильблоки (эти кильблоки должны легко отдаваться под нагрузкой). Участки наружной обшивки судна, освободившиеся после отдачи упоров и кильблоков, окрашивают.

Отдачу всех спусковых кильблоков производят одновременно. После этого судно удерживается на стапеле только носовым задержником или курками. По команде «Задержники резать» газорезчики перерезают металлический задержник, и судно начинает движение по стапелю

## § 65. ПРИСПУСК ЧАСТИ СУДНА НА ПРОДОЛЬНОМ СТАПЕЛЕ

Если при постройке судна на продольном стапеле верхняя часть стапеля остается свободной (это случается, когда длина стапеля значительно больше длины строящегося судна), то на этой части закладывают определенный район корпуса другого судна, который формируют одновременно с первым.

Чаще всего это бывает кормовая часть корпуса с машинным отделением. После спуска на воду первого судна сформированную одновременно с ним часть нового судна приспускают по стапелю вниз и к ней

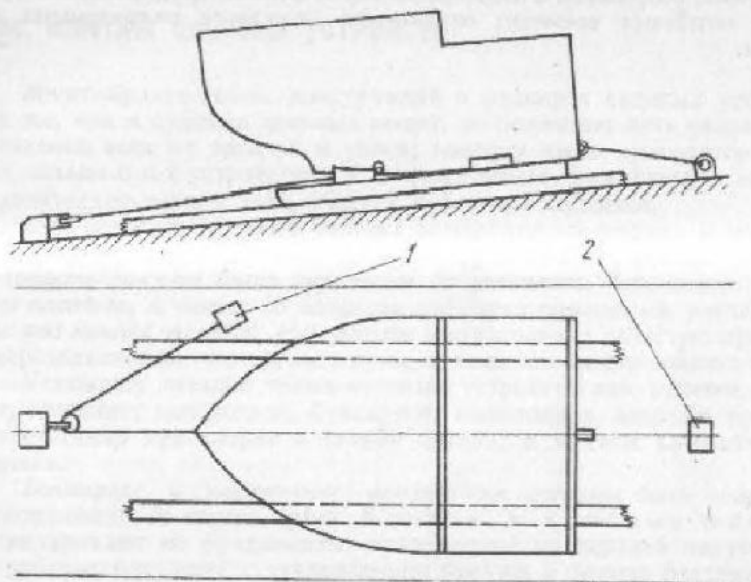


Рис. 213. Схема приспуска.

1 — тяговая лебедка; 2 — тормозная лебедка.

начинают пристраивать остальные части в направлении к носовой оконечности. В это время в уже готовом районе корпуса ведут работы по монтажу главных двигателей и валопроводов, рулевого устройства, кормовой надстройки и т. д. Все это позволяет значительно сократить стапельный период постройки и наиболее рационально использовать всю имеющуюся площадь стапеля.

Приспуск представляет собой управляемое (приторможенное) перемещение части судна на определенном участке длины стапеля по спусковым дорожкам посредством специальных тяговых и тормозных устройств. Приспуск приурочивается обычно к моменту спуска судна, расположенного ниже, чтобы использовать насалку, оставшуюся на спусковых дорожках.

Схема приспуска изображена на рис. 213. Элементы спусковых устройств для приспуска не отличаются от устройств используемых при спуске судов. Разница заключается лишь в работе насалки: при



продолжительном действии нагрузки в условиях приспуска устойчивости насалки понижается, поэтому удельное давление на насалку следует ограничивать здесь 10—15 т/м<sup>2</sup>.

Когда перемещаемая часть судна достигнет на стапеле намеченного места, ее устанавливают в требуемое положение в пространстве с помощью домкратов, талрепов и другой стапельной оснастки. Затем к ней подводят и устанавливают опорные устройства, а спусковое устройство, тяговое и тормозное оборудование демонтируют.

В отечественном судостроении освоен приспуск части судна весом до 2000 т. Нужно отметить, что установка после приспуска таких тяжелых конструкций в положение, необходимое для продолжения постройки, сопряжена с известными техническими трудностями и большими затратами времени; однако это окупается получаемыми выгодами.

## РАЗДЕЛ СЕДЬМОЙ. КОРПУСНО-МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ

### § 66. МОНТАЖ СУДОВЫХ УСТРОЙСТВ

Многообразие типов, конструкций и размеров судовых устройств так же, как и судовых дельных вещей, не позволяет дать указаний об установке всех их деталей и узлов; поэтому здесь приводятся сведения только о тех устройствах и дельных вещах, при монтаже которых сравнительно велика доля участия судовых сборщиков.

*При монтаже деталей судовых устройств на верхних и мостиковых палубах все работы по приварке фундаментов, рымов и других устройств должны быть выполнены до установки деревянного палубного настила, а также до изоляции подволока помещений, расположенных под данной палубой.* Нарушение этого правила зачастую приводит к переделкам или, что гораздо хуже, к пожарам на строящихся судах.

Установку деталей таких судовых устройств как рулевое, якорное, грузовое, шлюпочное, буксирное, швартовное, леерное, производят частично при сборке и сварке секций, а монтаж выполняют на стапеле.

*Буксирное и швартовное устройства должны быть полностью смонтированы до спуска судна.* Кнехты и киповые планки устанавливают на фундаменты, приваренные на верхней палубе (или на дубовые подушки), с закреплением кнехтов и планок болтами к металлическому настилу палубы. Ключи (литые или сварной конструкции) устанавливают в секциях фальшборта, и они вместе с секциями поступают на стапель.

Леерные стойки целесообразно устанавливать с закреплением башмаков к стальному палубному настилу. Штатные тросы лееров монтируют перед началом швартовых испытаний — во избежание повреждений их во время постройки и достройки судна.

Более сложным является монтаж рулевого, якорного, шлюпочного, и грузового устройств. В этих работах участвуют стапельный, механо- и электромонтажный, такелажный, деревоустановочный и малярный цехи завода. Отдельные монтажные комплекты (рулевая машина, якорные шпиль и брашпиль, грузовые лебедки и т. д.) поступают на судостроительный завод из специализированных предприятий в порядке межзаводского кооперирования.

Монтаж грузовых устройств состоит из работ, выполняемых в цехе, и непосредственно монтажных работ, выполняемых на судне (см. рис. 40).

Грузовые мачты и стрелы собирают в цехе из согнутых в вальцах полуцилиндров и сваривают автоматом; затем грузовую стрелу испытывают на водонепроницаемость. Прочность



проверяют приложением нагрузки в середине грузовой стрелы, уложенной концами на опоры; замеряют ординату грузовой стрелы в середине пролета и проверяют величину остаточной деформации. После этого грузовую стрелу поворачивают вокруг оси на 180°, 90° и 270° и испытание повторяют; при отсутствии дефектов в сварных швах и остаточных деформаций грузовая стрела считается принятой.

Опорную часть грузовой стрелы (шпор) изготавливают в виде вилки с горизонтально поставленным опорным пальцем (для изменения наклона стрелы). В свою очередь, опорой для пальца служит вертлюг, вращающийся в литом башмаке, прикрепленном к мачте. Верхний конец стрелы (нок) заканчивается бугелями с обухами, к которым крепят такелаж стрелы — шкентель, топенант и оттяжки.

Устанавливают и приваривают к грузовым мачтам и стрелам детали крепления такелажа — блоки, гаки, скобы и т. д.

В деке также изготавливают ванты, топенанты, оттяжки и тали; припуски на тросах обрезают при монтаже.

При установке мачт на судне их пропускают через отверстия в палубах и закрепляют в специальных гнездах — пяртнерсах — к одной из палуб.

Погрузка мачт на судно, особенно при погрузке фок-мачты на судно, находящееся на наклонных стапелях, затрудняется из-за недостаточного вылета стапельных кранов и невозможности в силу этого правильно застропить мачту; в этих случаях мачты грузят на судно на плаву.

**Монтаж механизированных грузовых закрытий** (со складывающимися лючниками). На рис. 214 показано устройство люкового закрытия со складывающимися (шарнирно соединенными) лючниками; такого рода закрытия все чаще устанавливают на судах.

На рисунке показано закрытие, подготовленное для открывания: задрайкой отданы, опорные ролики лючин могут свободно катиться по направляющим. Выбирая с помощью лебедки трос, перемещают закрытие вправо, пока все лючины (начиная с № 6) не вкатятся на рельсы и не окажутся висящими на роликах (это положение лючин показано штрих-пунктиром).

При изготовлении таких закрытий необходимо особенно тщательно выдерживать заданные размеры лючин и размеры при установке направляющих, чтобы избежать перекосов и заедания лючин при их перемещении, а также образования неплотностей и водонепроницаемости.

**Монтаж закрытий** включает предварительную сборку на стенде, где сначала подгоняют лючину № 1 к лючине № 2, лючину № 3 к лючине № 4 и т. д. (для удобства сборки и проверки правильности выполнения шарнирного соединения лючины укладывают набором вверх). Затем спаренные лючины соединяют и проверяют правильность установки роликов; проверка состоит в открывании и закрывании люкового закрытия, уложенного на направляющие. После этого окончательно приваривают опорные и направляющие ролики.

Зазоры между смежными лючинами должны быть не более 6 мм. Между смежными лючинами и по всему периметру комингса люка приклеивают резиновые прокладки. Место под резину следует зачистить наждачным кругом и протереть тампоном, смоченным в бензине.

При монтаже готового закрытия на судне нужно точно согласовать положение отверстий для опорных роликов в горизонтальных

направляющих с расположением роликов на лючинах, а положение отверстий для задраек — с расположением обухов на лючинах.

**Наиболее ответственный момент при монтаже люкового закрытия** — сдача его на водонепроницаемость. В положении «задраено» вода, подаваемая из брандспойта с расстояния 1 м под давлением 1 атм, не должна проникнуть внутрь трюма. Поэтому на лючинах, опущенных на комингс в положение «задраено», резиновая прокладка должна плотно прилегать по всему комингсу люка и закрывать стыки между смежными лючниками; уплотняющие полосы комингса и уплотняющие ребра в стыках между лючинами должны углубляться в резину на 5—10 мм. Местные зазоры между горизонтальными ребрами жесткости комингса и наружными вертикальными листами лючин, опущенных на комингс, не должны превышать 3 мм.

**Монтаж шлюпочного устройства** состоит в установке на судно готовых узлов и конструкций, поступающих в порядке межзаводского кооперирования. При монтаже таких устройств, например устройства с поворотными шлюпбалками, необходимо соблюдать определенную последовательность работ, а именно (см. рис. 39, а):

а) разметить на рострах места установки шлюпбалок, просверлить отверстия в настиле и по веску определить места установки подпятников на ниже расположенной палубе;

б) шлюпбалку и подпятник установить на место предварительно, для проверки проворачивания;

в) снять шлюпбалку, оснастить ее всеми деталями креплений, установить вновь

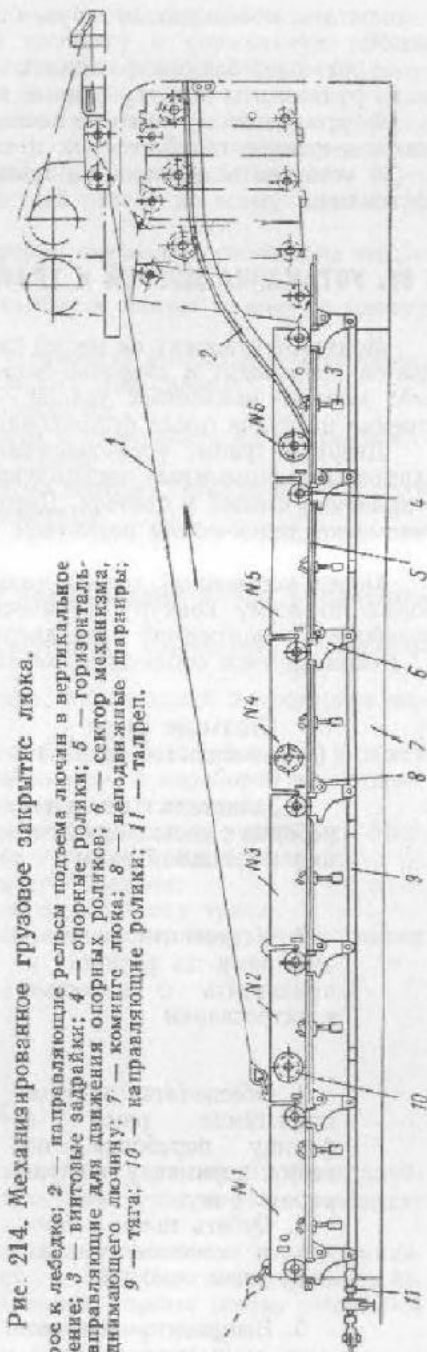


Рис. 214. Механизированное грузовое закрытие люка.

1 — трос к лебедке; 2 — направляющие рельсы подвеса лючин в вертикальное положение; 3 — винтовые задрайки; 4 — опорные ролики; 5 — горизонтальные направляющие для движения опорных роликов; 6 — сектор механизма, приводящего лючину; 7 — комингс люка; 8 — неподвижные шарниры; 9 — тяга; 10 — направляющие ролики; 11 — талреп.

и испытать подвешенным грузом на появление остаточных деформаций;

е) по шлюпбалкам разметить места установки и приварить на место фундаменты под деревянные кильблоки;

д) установить на штатные места отдельные узлы оснащения шлюпбалок — лопари талей, топрик и т. д.

е) установить шлюпки на кильблоки и закрепить по-походному найтовыми.

## § 67. УСТАНОВКА ДВЕРЕЙ И ТРАПОВ

Монтаж (установку на место) дверей, вертикальных трапов и скоб-трапов производят в сборочно-сварочном цехе при изготовлении секций; монтаж наклонных трапов — в блоках секций или непосредственно на судне после формирования отсеков и помещений.

Двери и трапы, установленные на секциях, должны быть предохранены от возможных повреждений при транспортировке на стапель и хранении секций у стапеля. Дверные замки, как правило, снимают, смазывают техническим вазелином и временно сдают на склад; петли дверей также смазывают.

Перед установкой дверей необходимо отрихтовать фланец переборки по всему контуру и нанести контрольные осевые линии на переборке и монтажной раме двери.

Рекомендуется соблюдать такую *последовательность операций*:

Стальные двери  
(с применением сварки)

1. Зачистить фланец переборки в местах прилегания монтажной рамы

2. Установить монтажную раму по разметке и прихватить с помощью электросварки

3. Обеспечить плотное прилегание рамы к фланцу переборки по всему периметру и приварить раму

4. Отбить шлак и проверить качество сварки наружным осмотром

5. Выправить монтажную раму после приварки к переборке и зачистить места сварки.

Двери из алюминиевого сплава (с применением клепки)

1. Установить по разметке монтажную раму. Просверлить отверстия под сборочные болты и закрепить раму на болтах

2. Просверлить отверстия под заклепки, установить парусиновую прокладку на сурике, поочередно снимая и вновь устанавливая болты

3. Поставить заклепки через несколько отверстий и снять сборочные болты

4. Обеспечить плотное прилегание монтажной рамы к переборке и приклепать раму по контуру

После монтажа двери вставляют на место дверной замок, проверяют плотное прилегание двери к комингсу и нормальную работу пружинной ручки и замка (для этого дверь несколько раз открывают и закрывают).

Для обеспечения водонепроницаемости дверь (если это требуется по чертежу) подгоняют по комингсу, на который предварительно наносят мел: при проверке отпечаток комингса должен быть виден одинаково четко на уплотняющей резине по всему периметру двери.

*При установке вертикальных трапов необходимо соблюдать такую последовательность операций:*

а) нанести на переборке вертикальную осевую линию по центру лаза над местом установки трапа;

б) разметить от этой линии и установить концевые кронштейны, предварительно зачистив места установки под сварку;

в) прихватить кронштейны к переборке;

г) установить вертикальные трапы и прикрепить их к кронштейнам болтами; проверить положение трапов;

д) приварить кронштейны согласно чертежу, отбить шлак и проверить качество швов наружным осмотром.

*При установке скоб-трапов нужно выполнить следующие работы:*

а) нанести меловой ниткой две вертикальные линии и наметить мелом места установки ступенек;

б) установить ступеньки по разметке на прихватках, предварительно зачистив места под сварку;

в) приварить ступеньки скоб-трапа, отбить шлак и проверить качество сварки наружным осмотром.

*Наклонные трапы* крепят обычно болтами к башмакам, нижний из которых приварен к палубе, а верхний — к переборке или подволоку посредством кницы. *Последовательность операций:*

а) сделать разметку для установки башмаков и установить башмаки на прихватках, предварительно зачистив места приварки;

б) установить трап и закрепить его болтами;

в) подрезать по месту и установить подшивку трапа;

г) приварить башмаки, отбить шлак и проверить качество сварки наружным осмотром;

д) установить поручни трапа.

## § 68. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ ЛЕГКИХ ПЕРЕБОРОК И ВЫГОРОДОК

Работы по изготовлению и монтажу на судне легких (межпалубных) переборок и выгородок, а также комингсов и стоек проводят в два этапа — в цехе и на судне.

*В цехе* изготавливают секции переборок (стальные и из алюминиевых сплавов), комингсы, стойки и планки; на судне сначала устанавливают комингсы, стойки и планки, а затем ставят секции переборок и забойные листы, если они предусмотрены чертежом.

*Изготовление легких переборок и выгородок можно вести в такой последовательности* (конструкцию переборок условно примем без стоек, профилированную в местах соединения отдельных листов):



### Стальные переборки

1. Выправить листы в многовалковых вальцах
2. Очистить листы от ржавчины и жировых пятен
3. Нарезать заготовки по картам раскроя
4. Произвести профилирование кромок листа
5. Собрать листы в секции и сварить точечной (проницаемые переборки) или шовной (непроницаемые переборки) сваркой
6. Оконтурировать (подрубить) секции по разметке, выправить и замаркировать
7. Фосфатировать и загрунтовать секции

### Переборки из алюминиевых сплавов

1. Очистить листы от консервирующей смазки и маркировки
2. Нарезать заготовки по картам раскроя
3. Произвести профилирование на кромкогибочном станке или прессе
4. Собрать листы в секции и сварить контактной сваркой
5. Оконтурировать (подрубить) секции по разметке, выправить и замаркировать
6. Подвергнуть секции анодному оксидированию и покрыть лаковым грунтом

Комингсы, стойки и планки (стальные) нарезают на гильотинных ножницах без разметки (по упорам), а затем просверливают в них отверстия согласно чертежам и маркируют. Если стойки сварные, то их собирают и сваривают.

В последнее время для механизации отдельных операций при изготовлении секций легких переборок и выгородок создают *поточные механизированные линии и участки*.

Рассмотрим в качестве примеров две поточные линии — линию для расконсервации листов из алюминиевых сплавов и линию сборки и сварки стальных переборок и выгородок.

*Линия для расконсервации листов из алюминиевых сплавов* (рис. 215) включает распаковочный стол, кантователь, рольганг подачи листов в моечную камеру, механизм съема листов и пульт управления.

Листы с распаковочного стола по одному поступают на раму кантователя, находящегося в горизонтальном положении. Кантователь поднимает их в вертикальное положение и подает на рольганг. На рольганге листы автоматически зажимаются между двумя рядами вертикальных покрытых резиной валков, которые, вращаясь, подают их в моечную камеру. Перед входом в камеру листы своей торцовой кромкой включают скребковый механизм, снимающий с поверхности листов защитную бумагу.

Далее листы попадают в моечную камеру, где они обмываются горячим раствором; по выходе из моечной камеры листы передвигаются по роликам механизма для съема листов и кантователем укладываются в горизонтальное положение. Приводом кантователя и механизма для съема листов служат пневмоцилиндры. Наибольшие раз-

меры обрабатываемых листов  $5000 \times 2000 \times 15$ ; скорость движения листов  $3 \text{ м/мин}$ .

*Механизированная линия сборки и сварки легких переборок и выгородок* представляет собой сборочную площадку (рис. 216) длиной 40 и шириной 4,5 м, вдоль которой проложены рельсовые пути для подъемника. Подъемник оборудован тельфером грузоподъемностью 2 т с траверзой, имеющей три пневмоприсоса\*. Воздух к пневмоприсосам подается по всасывающему шлангу, подвешенному на кронштейнах.

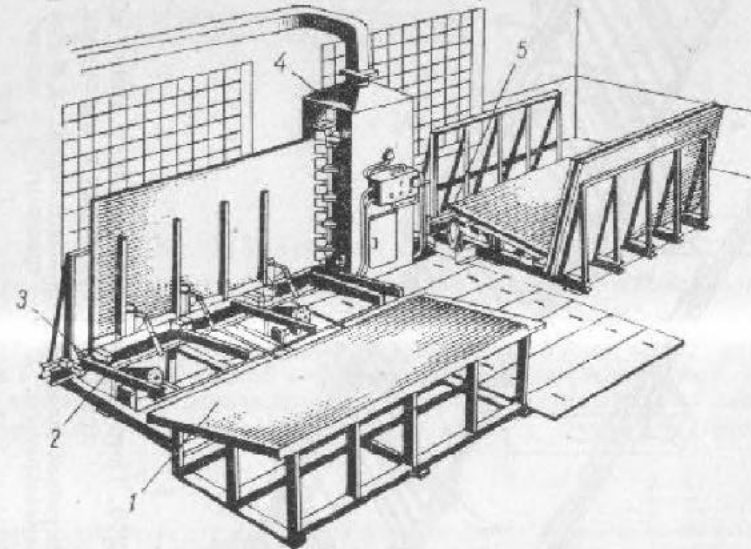


Рис. 215. Поточная механизированная линия расконсервации листов из алюминиевых сплавов.

1 — стол; 2 — кантователь; 3 — рольганг; 4 — моечная камера  
5 — механизм съема листов.

Внутри рельсов для подъемника уложены еще одни рельсы — для другой траверзы, которая служит для выравнивания кромок стыкуемых листов.

Траверза (рис. 217), перемещающаяся на катках, представляет собой раму, с расположенными наверху двумя балками из двутавра. Между ними помещены пневмоцилиндры, передвигающиеся вдоль балок на специальных катках; в каждом из пневмоцилиндров ходит шток, с помощью которого и производится прижатие кромок стыкуемых листов.

Линию обслуживает передвижная платформа (рис. 218). Платформа представляет собой раму из двух продольных двутавровых балок, по полкам которых перемещаются опорные балки со стопорами. Вдоль рамы с одной стороны имеется зубчатая рейка, соединенная посредством шестерни с редуктором электромотора.

\* О тельферах и пневмоприсосах см. в разделе одиннадцатом Справочника.



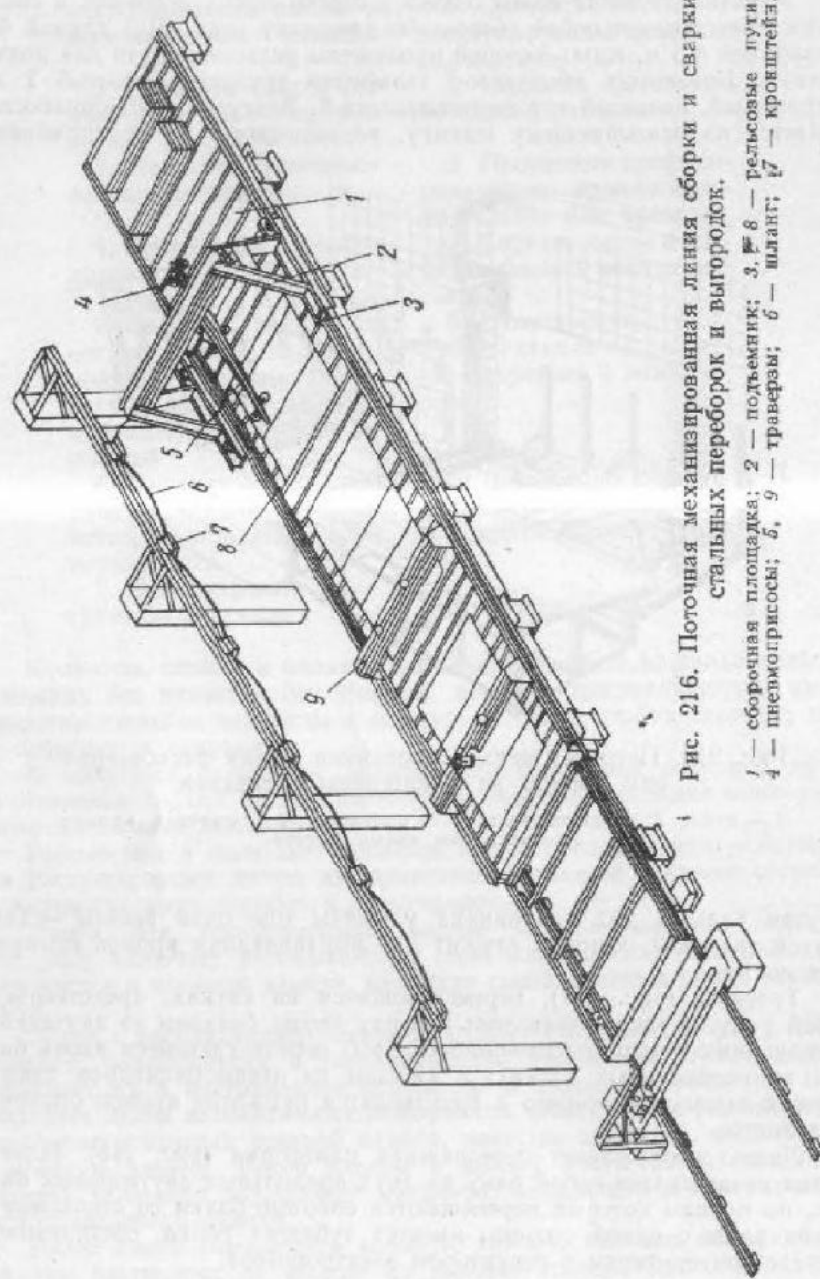


Рис. 216. Поточная механизированная линия сборки и сварки стальных переборок и выгородок.

1 — сборочная площадка; 2 — подъемник; 3, 4 — рельсовые пути; 4 — пневмоприсоски; 5, 9 — траверсы; 6 — шланг; 7 — крошитель.

Подготовленные для сборки переборок детали раскладывают с помощью подъемника на сборочной площадке в начале линии, подвигают траверсу для выравнивания кромок стыкуемых листов и прихватывают листы последовательно по всем стыкам. Затем с помощью платформы полотна подают на сварку стыков.

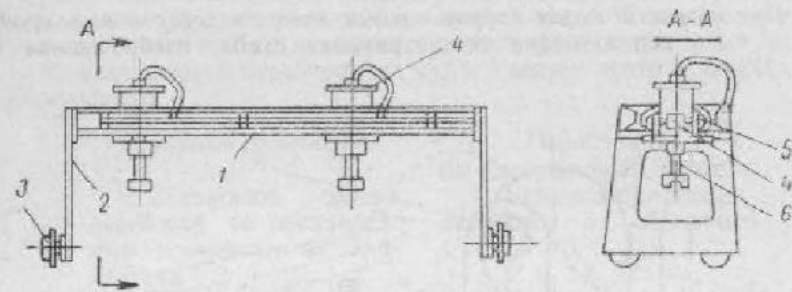


Рис. 217. Траверза с пневмоприсосами.

1 — балки; 2 — рама; 3 — катки; 4 — пневмоцилиндры; 5 — катки; 6 — шток.

Сварочный стенд с флюсовой подушкой имеет внизу флюсовый ручей и жестяной желоб с брезентовым мешком для флюса, приподнимающийся при подаче воздуха в шланг. Флюсовый ручей закреплен на штоках пневмоцилиндров, поднимающих ручей до прижимной

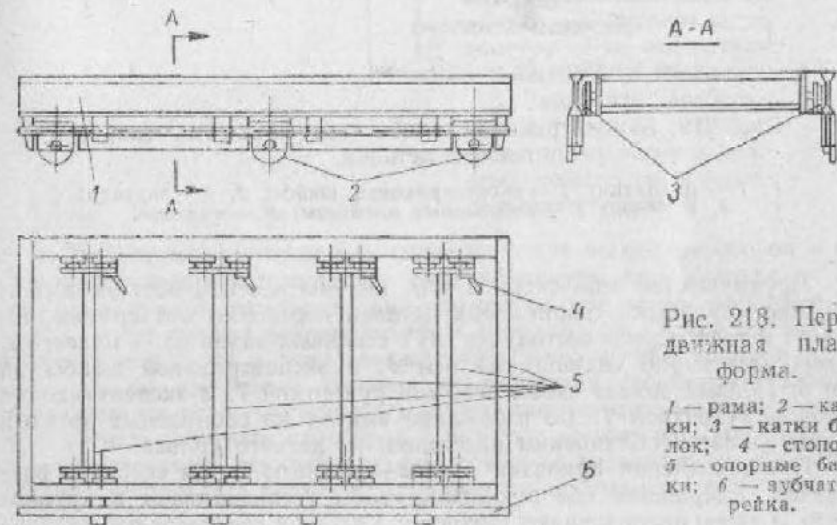


Рис. 218. Передвижная платформа.

1 — рама; 2 — катки; 3 — катки балок; 4 — стопор; 5 — опорные балки; 6 — зубчатая рейка.

балки коробчатого сечения. По всей длине этой балки имеется прорезь, через которую ведут автоматическую сварку.

Полотна, подаваемые на сварку стыков, устанавливают так, чтобы очередной стык пришелся над флюсовой подушкой (по середине ручья). В пневмоцилиндры флюсового ручья подают воздух, который поднимается до уровня полотна; потом подают в воздух шланг же-



Наиболее рациональной является такая организация труда, при которой заготовку и монтаж на судне выполняют отдельные специализированные бригады. Это повышает производительность труда, исключает непроизводительные затраты времени на хождение рабочих с судна в цех и обратно.

До начала установки на судне обрешетки и зашивок изоляции в цехе должны быть выполнены:

а) угольники и полосы обрешетки, а также комингсы, планки и коротыши — по размерам в чертежах или по размерам и шаблонам с места;

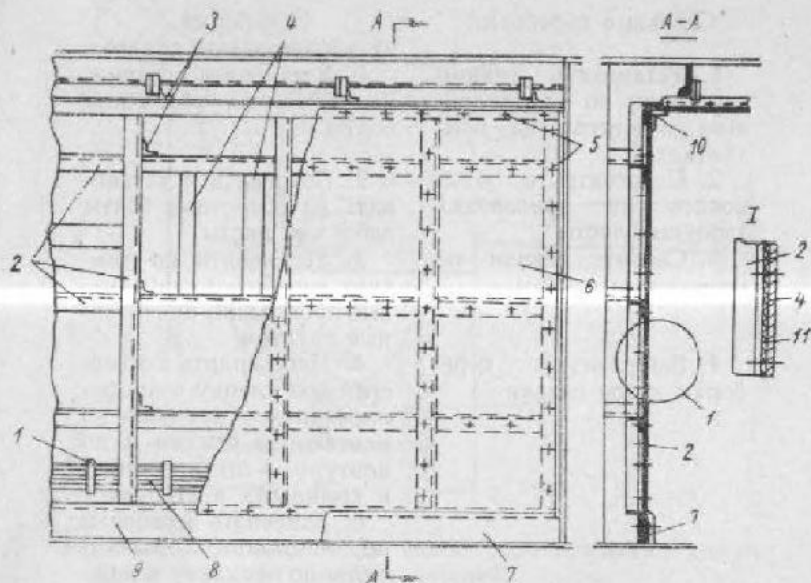


Рис. 220. Обрешетка и зашивка изоляции.

1 — кассеты; 2 — металлический обрешетник; 3 — коротыши; 4 — запоритель; 5 — винты; 6 — лист зашивки; 7 — плитус; 8 — электрокабель; 9 — комингс; 10 — раскладка угловая; 11 — парусиновая прокладка.

б) отверстия в планках и коротышах — просверлены или проколоты на прессе;

в) обрешетник — загрунтован согласно окрасочным ведомостям;

г) листы зашивок из алюминий-магниево-сплавов — очищены от консервирующей смазки и маркировки, оксидированы и покрыты грунтом с обеих сторон;

д) отверстия в зашивках для прохода труб и электрокабелей — по указанию в чертежах;

е) парусиновые и войлочные прокладки — нарезаны и пропитаны лаком.

Установку (монтаж) обрешетки производят в такой последовательности (рис. 220):

размечают места установки комингсов, вертикальных стоек и угольников обрешетки, пленок и коротышей; при разметке следует

помнить, что комингсы на палубе и верхние угольники и планки должны быть в одной вертикальной плоскости;

подгоняют и приваривают комингсы к палубе сплошным швом с одной стороны;

устанавливают стойки и угольники обрешетки по контуру помещения и вокруг дверей, предварительно собирая их на прихватках или сборочных болтах;

устанавливают промежуточные горизонтальные и вертикальные детали обрешетки и предварительно закрепляют их на прихватках или сборочных болтах;

окончательно приваривают или закрепляют на болтах весь обрешетник; при креплении на болтах ставят войлочные прокладки между коротышами и угольниками обрешетки;

размечают на обрешетнике места установки мелких деталей оборудования — скоб для крепления паровых грелок, колец под плафоны электроосвещения, штепселей, выключателей и других деталей, устанавливаемых до изоляции;

подгоняют скобы под грелки, кольца под плафоны, выключатели и пр. и приваривают их к обрешетнику;

зачищают сварные швы обрешетки и всех деталей;

наклеивают парусиновые прокладки по кромкам комингсов, обрешетнику и деталям в местах соприкосновения их с листами зашивки.

Установка зашивок изоляции производится после сдачи ОТК изоляционных работ и заключается в следующем:

подгоняют по месту листы зашивки встык и предварительно крепят их самонарезающимися винтами; если зашивки закрывают электрокабели, а также места расположения деталей, то на лицевой стороне зашивок намечают эти места краской — для сохранности электрокабелей при креплении оборудования после зашивки; на деталях крепления оборудования, скрытых под зашивкой, иногда ставят контрольные шпильки, выступающие из зашивки;

по замерам и шаблонам с места изготавливают коробки на рамные шпангоуты, бимсы, выступающие кницы и предварительно закрепляют их;

сверлят, зенкуют отверстия и окончательно закрепляют листы зашивки самонарезающимися винтами с потайной головкой; шаг винтов определяют по чертежам;

устанавливают и закрепляют винтами с полупотайной головкой металлическую раскладку;

отверстия в местах прохода труб и электрокабелей заделывают по месту после испытаний трубопроводов на непроницаемость и сдачи электрокабелей ОТК.

Монтаж оборудования помещений заключается в установке изделий и предметов самых различных по конструкции, размерам и т. д. Тем не менее, можно привести некоторые общие правила и рекомендации.

Работы по монтажу оборудования следует начинать после того, как окончены работы по зашивке изоляции; установлены доизоляционные детали крепления оборудования; установлен деревянный настил палубы и закончен монтаж судовых систем.

При креплении предметов оборудования особое внимание обращают на то, чтобы не повредить при сверлении отверстий проходящие под зашивкой электрокабели.



## Последовательность работ при установке некоторых предметов судового оборудования

Стол	Кровать	Кронштейны под умывальник	Электроподкальный шкаф на амортизаторах
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разметка места установки</li> <li>2. Установка стола по разметке с выравниванием верхней доски до горизонтального положения</li> <li>3. Замер высоты и изготовление отрезков труб под ножки по месту</li> <li>4. Приварка к палубе отрезков труб с фланцами и ножек стола к трубам</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Разметка места установки</li> <li>2. Установка кровати по разметке и горизонтально за счет длины ножек</li> <li>3. Прикрепление ножек к палубе шурупами</li> <li>4. Разметка на переборке мест расположения планок для бокового крепления</li> <li>5. Закрепление планок на переборке, а затем кровати к планкам шпильками с гайками</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проверка места установки по доизоляционным деталям крепления</li> <li>2. Разметка и сверление отверстий под болты в скобах на палубе по отверстиям в ланках амортизатора</li> <li>3. Прикрепление шкафа на амортизаторах к скобам болтами с гайками</li> <li>4. Разметка по шпилькам, приваренным к кронштейну, и сверление отверстий к шкафу</li> <li>5. Прикрепление шкафа к переборке шпильками с гайками</li> </ol>	

Последовательность работ при установке отдельных предметов металлического оборудования судовых помещений приведена в табл. 45.

Нельзя произвольно заменять крепления на винтах и болтах электросваркой — это часто приводит к прожогам в тонколистовых конструкциях оборудования. Приварку деталей креплений и приварку оборудования следует производить в соответствии с указанными в чертежах калибрами швов и марками электродов.

## § 70. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Трубы системы вентиляции бывают стальные и алюминиево-магнелиевые толщиной от 0,5 до 3 мм, круглого и прямоугольного сечений (штамповка прямолинейного участка трубы показана на рис. 221). Изготовленные детали вентиляционных труб собирают на

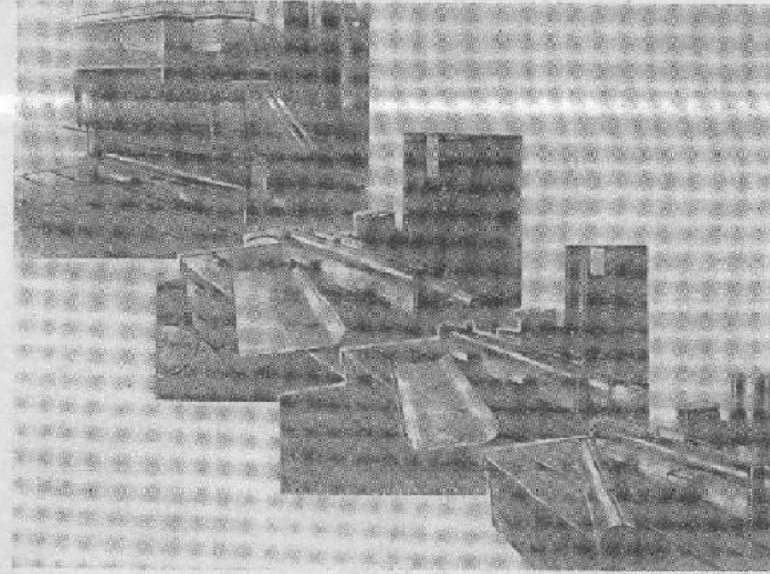


Рис. 221. Штамповка прямолинейного участка трубы вентиляции.

прихватках для последующей сварки; на рис. 222 показан бугель для обжатия при сборке отвода вентиляции из двух половин.

Трубы вентиляции с фланцами собирают после предварительного монтажа на месте, чтобы определить точное положение фланцев. Изготовленную с отводами и фланцами трубу испытывают на непроницаемость, пропуская воздух под давлением 0,2 кг/см<sup>2</sup>, и подвергают антикоррозионному покрытию — фосфатированию (для стальных труб) или оксидированию (для алюминиевых труб). Затем в цехе трубы покрывают изоляцией — асбестовым шнуром, войлоком или пробковыми плитами.

Трассу вентиляции на судне размечают с учетом расположения всей переборочной и палубной арматуры вентиляции (станканы, комингсы), а также положения фундаментов под электровентиляторы, воздухоподогреватели и воздухоохладители.

Вентиляционные трубы навешивают на подвесках и крошштейнах. Одновременно устанавливают путевую и концевую арматуру (клапаны, заслонки, сетки, поворотные раструбы). Заканчивают работы подгонкой и установкой на места забойных участков труб к арматуре и присоединительных патрубков к вентиляторам, воздухоподогревателям и

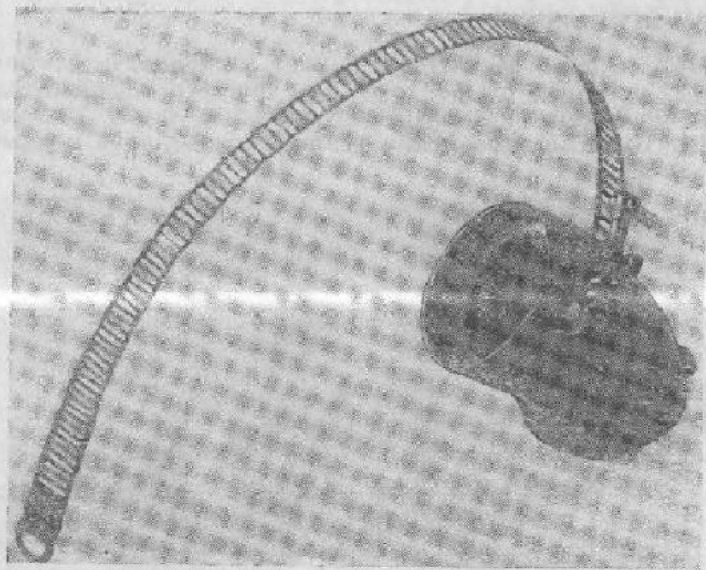


Рис. 222. Бугель для обжатия при сборке отвода вентиляции из половин.

воздухоохладителям. Для соединения отдельных труб между собой, а также присоединения их к арматуре и механизмам используют фланцы на болтах с применением прокладок.

Испытание системы вентиляции в действии, так же как и других систем, проводят в период швартовных испытаний судна; при этом систему испытывают на *производительность, непроницаемость и бесшумность*.

Разработаны конструкция и технология бесфланцевого соединения труб вентиляции. Соединение осуществляется внахлестку с перекрестом до 60 мм, на клею «целалит», с использованием миткала для оклейки торцов труб.

## § 71. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ КОРПУСНО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Судовому сборщику-достройщику приходится иметь дело с самыми разнообразными механизированными инструментами, которые отличаются по назначению и по роду двигателя.

По назначению инструменты разделяют на: ножницы и ножовки; сверлильные машинки; резьбонарезные машинки; молотки клепальные и рубильные, прессы; шлифовальные машинки; сварочные пистолеты для приварки шпилек; гайковерты, шпильковерты и отвертки; щетки для зачистки металлических поверхностей.

По роду двигателя различают электрические, пневматические и пневмогидравлические инструменты, у которых энергия сжатого воздуха преобразуется в высокое давление рабочей жидкости — масла. В судостроении наиболее широко применяют электрифицированные и пневматические инструменты.

Электрифицированные инструменты в целом имеют большие преимущества, а именно: более высокий коэффициент полезного действия, более высокую производительность и экономическую эффективность, более простое подключение к источнику энергии.

Однако, чтобы использовать эти инструменты, соблюдая технику безопасности, необходимо иметь стационарную электрическую сеть напряжением 127 или 250 в с обеспечением безопасного подключения инструментов через *специальные пускатели*; последние автоматически отключают ток в случае короткого замыкания или попадания тока на корпус инструмента.

Пневматические инструменты имеют преимущества эксплуатационного характера: простоту конструкции и надежность в работе, компактность и сравнительно небольшой вес; эти преимущества особенно ощутимы при сравнении пневматических и электрических клепальных и рубильных молотков. Кроме того, при использовании пневмоинструментов легче обеспечить их безопасную эксплуатацию, особенно при работах в неизолируемых отсеках и помещениях.

Производительная работа пневмоинструментов обеспечивается при нормальном давлении воздуха в сети и правильно выбранном внутреннем диаметре воздушного шланга. Если при давлении воздуха в 5,5 *ати* мощность инструмента используется на 100%, то при падении давления воздуха до 3,5 *ати* этот коэффициент снижается до 60%.

Ножницы и ножовки применяются для резки листов и профилей из стали и алюминиево-магниевого сплавов, а также труб и крепежа.

Ручные пневматические вибрационные ножницы (рис. 223) могут быть использованы для прирезки по месту листов зашивки изоляции, легких переборок и выгородок, труб вентиляции и кожухов. Ножницы включают режущую головку и привод. Привод состоит из пускового устройства, смонтированного в рукоятке; подача воздуха осуществляется посредством штуцера при нажатии на пусковой курок. Пневматический ротационный двигатель через планерный зубчатый редуктор вращает водило, эксцентричный конец которого опирается на подшипник ползуна режущей головки, и сообщает ему возвратно-поступательное движение.

Резка материала происходит при перемещении верхнего ножа относительно нижнего неподвижного ножа, закрепленного на скобе. Скоба имеет в сечении форму треугольника, боковые стороны которого раздвигают обе части разрезаемого листа (вверх и вниз), в результате чего ножницы продвигаются по линии разметки.



Перед резкой ножи устанавливают с определенным зазором — в зависимости от толщины разрезаемого листа. Величина зазора от 0,08—0,13 мм при толщине листа 0,5—0,8 мм до 0,35—0,40 мм при толщине листа 2,0—3,0 мм.

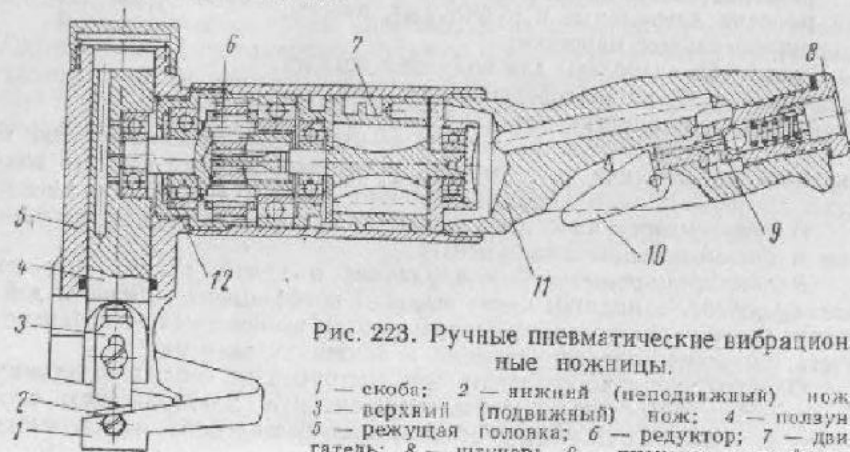


Рис. 223. Ручные пневматические вибрационные ножницы.

1 — скоба; 2 — нижний (неподвижный) нож; 3 — верхний (подвижный) нож; 4 — поршень; 5 — режущая головка; 6 — редуктор; 7 — двигатель; 8 — штуцер; 9 — пусковое устройство; 10 — курок; 11 — рукоятка; 12 — водило.

В табл. 46 приведены технические характеристики пневматических вибрационных ножниц, получивших широкое распространение в судостроении.

Таблица 46

Основные технические характеристики пневматических вибрационных ножниц

Характеристики	Модели ножниц			
	ПВН-1,2	ПВН-2А	ПВН-2,5	ПВН-3
Наибольшая толщина разрезаемых стальных листов, мм	1,2	2,0	2,5	3,0
Производительность, м/мин	4	4	3	2—2,5
Число двойных ходов ножа в минуту	1000	800	875	1500
Мощность двигателя при давлении сжатого воздуха 5 кг/см <sup>2</sup> , л. с.	0,15	0,25	0,35	0,50
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,25	0,40	0,50	0,50
Диаметр шланга в свету, мм	9	9	13	13
Вес, кг	1,2	1,75	2,5	3,5

Листы и профили из алюминий-магниевого сплава (листы толщиной до 5—6 мм) обрезают ручными пневматическими дисковыми пилами, которые иногда укрепляют на переносном столе.

На рис. 224 изображена ручная пневматическая пила трения (РПТ). Диск трения которой может быть заменен пильным диском диаметром 150—175 мм, толщиной 1,5—2 мм и шагом зубьев 2,5—3 мм. Корпус пилы алюминиевый, с пневматическим двигателем; основание пилы устанавливают при работе на разрезаемый лист, либо прикрепляют к переносному столу.

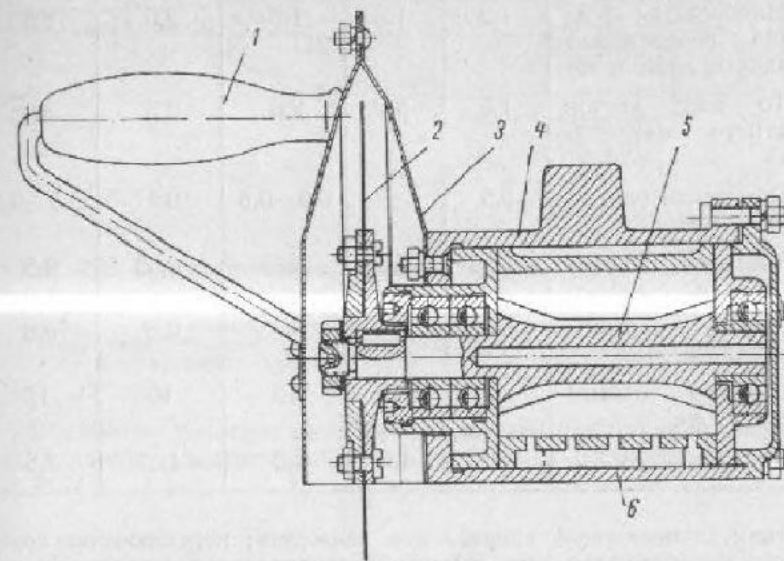


Рис. 224. Ручная пневматическая пила трения РПТ.

1 — рукоятка; 2 — диск трения; 3 — защитный кожух; 4 — корпус; 5 — двигатель; 6 — основание пилы.

При использовании вручную рабочий направляет пилу вдоль линии реза с помощью двух рукояток, закрепленных на защитном кожухе.

Для вырезки отверстий в легких переборках и выгородках, а также зашивках из алюминиевых сплавов могут быть использованы вибрационные ножницы (при небольшой кривизне линии реза) или ножницы-кусачки (при большой кривизне выреза), конструкция которых аналогична конструкции вибрационных ножниц.

В табл. 47 приведены технические характеристики пневматических ножниц-кусачек.

Прямолинейные вырезы в листах, а также криволинейные вырезы небольшой кривизны можно выполнять с помощью пневматических ножовок (рис. 225), причем при вырезке замкнутого контура на линии реза предварительно высверливают отверстия для прохода ножовочного полотна.

Ножовочное полотно насажено на поршень, который совершает возвратно-поступательное перемещение. На шток поршня насажен



Основные технические характеристики пневматических  
ножниц-кусачек

Характеристики	Модели ножниц				
	ПНК-1,2	ПН-2В	ПНК-2	ПНК-2,5	ПНК-3
Наибольшая толщина разрезаемых стальных листов, мм	1,2	1,5	1,5	2,0	2,5
То же, листов цветного металла, мм	1,5	3,0	2,0	2,5	3,0
Производительность, м/мин	0,5	—	0,6—0,8	0,7	0,5—0,6
Мощность двигателя, л. с.	0,15	0,35	0,35	0,35	0,5
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,25	0,4	0,5	0,5	0,8
Диаметр шланга в свету, мм	9	9	13	10	13
Вес, кг	1,0	1,4	2,2	1,8	2,8

золотник, изменяющий направление движения; переключение совершается автоматически при помощи воздухораспределителя. Частота ходов поршня вместе с ножовочным полотном регулируется изменением сечения впускного отверстия с помощью винта.

Технические характеристики

Производительность, м/мин	0,5
Число двойных ходов в минуту	1000
Толщина разрезаемых листов АМг, мм	2,5
Габариты, мм	175×140×52
Вес, кг	1,1

Сверлильные машинки (пневматические и электрические), применяемые в судостроении, разделяются на три типа:

Легкие	— для отверстий до 8 мм
Средние	— » » » 23 »
Тяжелые	— » » » 50 »

Легкие машинки конструктивно оформлены в виде пистолета, средние и тяжелые имеют две боковые рукоятки, закрепленные на корпусе.

Для сверления отверстий в труднодоступных местах или в местах, расположенных под углом к оси шпинделя, применяют так называемые *угловые машинки*; сверла за-

крепляются в шпинделе посредством хвостовиков с конусами Морзе. Возможно использование сверлильных машинок также для нарезания резьбы, завинчивания винтов и шпилек и других операций с применением (вместо сверл) соответствующих инструментов.

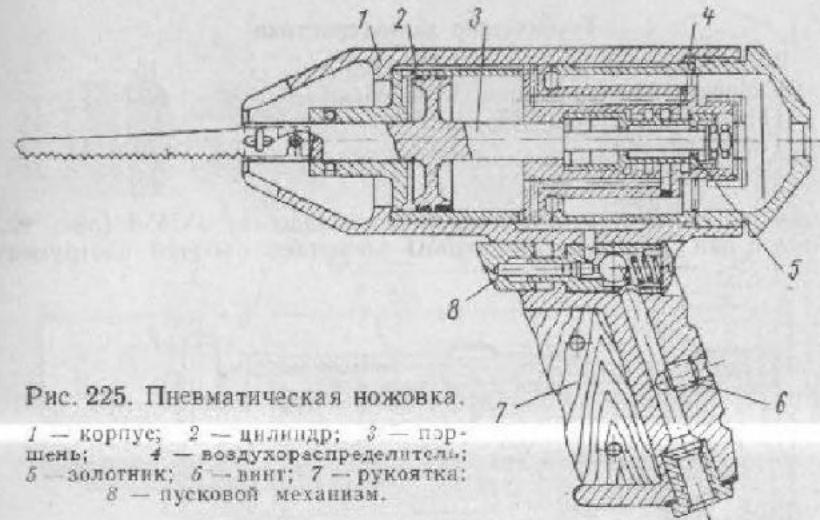


Рис. 225. Пневматическая ножовка.

1 — корпус; 2 — цилиндр; 3 — поршень; 4 — воздухораспределитель; 5 — золотник; 6 — винт; 7 — рукоятка; 8 — пусковой механизм.

В качестве примера ниже приведены две конструкции сверлильных машинок: электрической прямой С-531 и пневматической угловой РСУ-8.

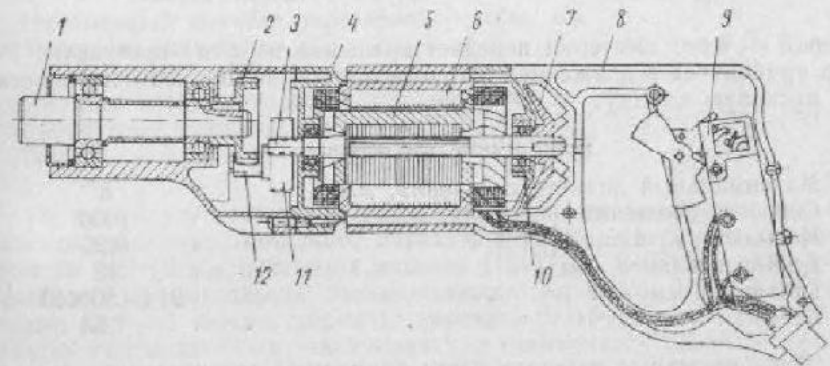


Рис. 226. Электрическая сверлильная машинка С-531.

1 — шпиндель; 2 — зубчатое колесо; 3 — ведущая шестерня; 4 — передний щит; 5 — ротор; 6 — статор электродвигателя; 7 — вентилятор; 8 — ручка на заднем щите; 9 — выключатель; 10 — подшипник; 11 — ведомое зубчатое колесо; 12 — шестерня.

Электрическая сверлильная машинка С-531 (рис. 226) может быть широко использована при проведении различных корпусно-монтажных работ на судах. Шпиндель приводится в движение от ротора через зубчатое колесо. Ведущая шестерня нарезана непосредственно на валу

ротора, а ведомое зубчатое колесо жестко закреплено на промежуточном валике; на валике нарезана шестерня, соединенная с зубчатым колесом. Ротор вращается в шариковых подшипниках; статор электродвигателя обдувается снаружи вентилятором, насаженным на другой конец вала ротора.

#### Технические характеристики

Максимальный диаметр сверления, мм	15
Скорость вращения шпинделя, об/мин	680
Потребляемая мощность, Вт	450
Габариты, мм	355×75×134
Вес без шнура, кг	2,6

Пневматическая угловая сверлильная машинка РСУ-8 (рис. 227) включает два шпинделя: на одном закреплен рабочий инструмент;

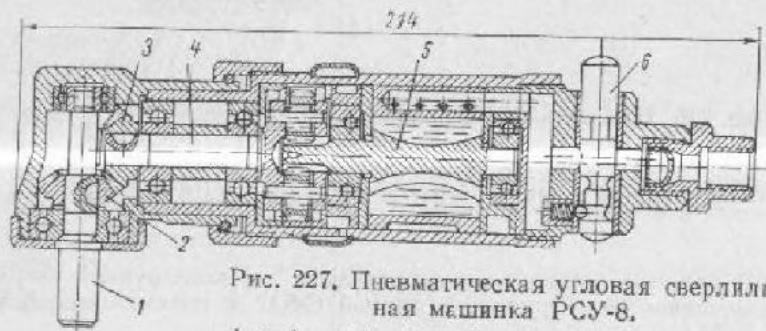


Рис. 227. Пневматическая угловая сверлильная машинка РСУ-8.

1 и 4 — шпиндели; 2 и 3 — шестерни; 5 — ротор; 6 — пусковая кнопка.

второй — через шестерни передает вращение первому шпинделю. Ротор приводится в движение сжатым воздухом из шланга при нажатии на пусковую кнопку.

#### Технические характеристики

Максимальный диаметр сверления, мм	8
Скорость вращения шпинделя, об/мин	1000
Мощность на шпинделе, л. с.	0,25
Диаметр шланга, мм	13
Габариты, мм	214×50×81
Вес, кг	1,53

Резьбонарезные машинки часто применяют при установке деталей оборудования помещений, приборов и аппаратуры, а также при установке зашивок изоляции. По конструкции эти машинки подобны сверлильным, но с дополнительным устройством для реверсивного вращения шпинделя. На шпинделе закреплен патрон с быстро сменяемыми держателями для метчиков. Резьбонарезные машинки бывают также электрические и пневматические.

На рис. 228 показана пневматическая машинка ПРН-8, у которой реверс шпинделя осуществляется автоматически благодаря кулачковой муфте. Метчик вставляют в нарезаемое отверстие и нажимают на рукоятку; шпиндель перемещается в подшипниках вдоль оси (как пока-

зано на рисунке — вправо) и кулачковая муфта входит в зацепление с кулачками шестерни правого хода, после чего шпиндель получает правое вращение. По окончании нарезки нажимом на рукоятку прекращают и шпиндель под воздействием пружины перемещается влево;

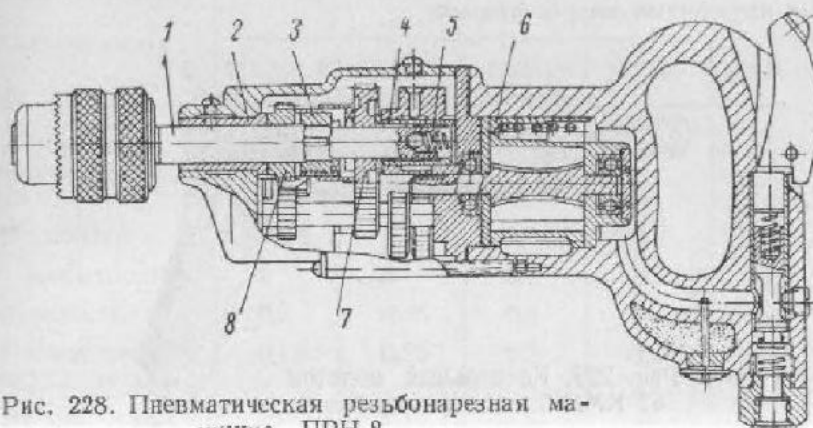


Рис. 228. Пневматическая резьбонарезная машинка ПРН-8.

1 — шпиндель; 2 и 4 — подшипники; 3 — кулачковая муфта; 5 — пружина; 6 — двигатель; 7 и 8 — шестерни.

кулачковая муфта входит в зацепление с шестерней левого вращения, в результате чего метчик вывертывается из отверстия.

#### Технические характеристики

Наибольший диаметр нарезаемой резьбы, мм	8
Мощность двигателя, л. с.	0,5
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,9
Диаметр воздушного шланга в свету, мм	13
Габаритные размеры, мм	330×170×80
Вес, кг	3,2

В целом, отечественные электрические и пневматические резьбонарезные машинки позволяют нарезать резьбу с наибольшим диаметром до 14—16 мм (машинки моделей П3407 и Э3403). В ряду этих машинок — универсальная пневматическая машинка УПМ-3, с помощью которой можно сверлить, нарезать резьбу, ставить самонарезающие винты до 4 мм, завинчивать и отвинчивать обычные винты, болты и гайки диаметром до 5 мм.

**Клепальные и рубильные молотки, прессы.** Клепальные пневматические молотки универсальны: ими выполняют, кроме клепки, также рубку, чеканку и обивку шлака.

В последнее время получили распространение клепальные молотки с виброгасящим устройством, позволяющие уменьшить шум и вибрацию, возникающие при клепке и вредно влияющие на организмы рабочих.

На рис. 229 показан молоток 57КМП-5 пистолетного типа (более мощные молотки 57КМ-8 и 57КМ-10 имеют рукоятку, расположенную по оси молотка). В нем рабочий цилиндр вместе с виброгасящим



устройством свободно перемещается в осевом направлении внутри корпуса, будучи связан с ним посредством пружинного амортизатора. Молоток приводится в действие курковым устройством.

Покрытие из замши служит для предохранения рук рабочего от охлаждения и поглощения высокочастотных колебаний, не погашенных пружинным амортизатором.



Рис. 229. Клепальный молоток 57 КМП-5 с виброгашением.

1 — рабочий цилиндр; 2 — амортизатор; 3 — рукоятка; 4 — покрытие из замши; 5 — курок; 6 — корпус.

Технические характеристики клепальных молотков с виброгашением приведены в табл. 48.

Каждой модели молотка соответствует поддержка с виброгасящим устройством, показанная на рис. 230. Она имеет пружинный амортизатор, разъединяющий ее рабочий упор и корпус; за счет этого погашается ударная вибрация в процессе клепки.

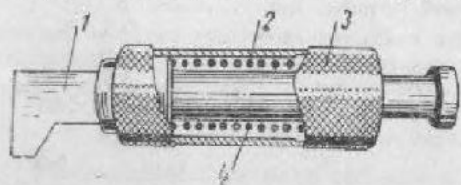


Рис. 230. Поддержка с виброгасящим устройством.

1 — рабочий упор; 2 — корпус; 3 — замша; 4 — пружинный амортизатор.

так как каждая заклепка ставится с одинаковым усилием; бесшумную работу самого пресса.

Кроме того, при прессовой клепке отпадает необходимость в поддержке.

Вместе с тем, прессы имеют существенные недостатки: они тяжелее, чем одинаковые по мощности молотки, а применение их ограничивается районом кромок соединяемых деталей.

На рис. 231 показан пневматический рычажный пресс ПРП5-2, управление которым производится двумя кнопками. После нажатия на кнопку 11 сжатый воздух из магистрали, поступая в цилиндр, перемещает влево поршень со штоком. При этом ролики отжимают вниз

Кроме ударной клепки, при корпусно-монтажных работах применяется прессовая клепка, выполняемая с помощью прессов переносного типа. К преимуществам прессовой клепки (по сравнению с ударной) следует отнести: более высокую производительность клепки; лучшее качество работы;

лучшее качество работы; лучшее качество работы;

### Основные технические характеристики клепальных молотков с вибрационным гашением

Характеристики	Модели молотков				
	57КМП-4	57КМП-5	57КМП-6	57КМ-8	57КМ-10
Наибольший диаметр заклепки, мм:					
стальной	3,5	4,0	5,0	6,0	8,0
алюминевой	4	5	6	8	10
Мощность, л. с.	0,2	0,25	0,3	—	—
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,15	0,25	0,3	0,4	0,4
Время расклепывания, сек	1,0	1,1	1,5	—	—
Диаметр шланга в свету, мм	9	9	9	13	13
Габаритные размеры, мм	198× ×180×45	278× ×182×46	259× ×125×53	458× ×222×70	568
Вес, кг	1,7	2,1	2,6	7,8	9,9

рычаг, ползун и верхнюю обжимку. Нижняя обжимка неподвижна и опирается на скобу пресса.

Затем кнопку 11 отпускают и она под действием пружины 12 возвращается в первоначальное положение, запирая сжатому воздуху

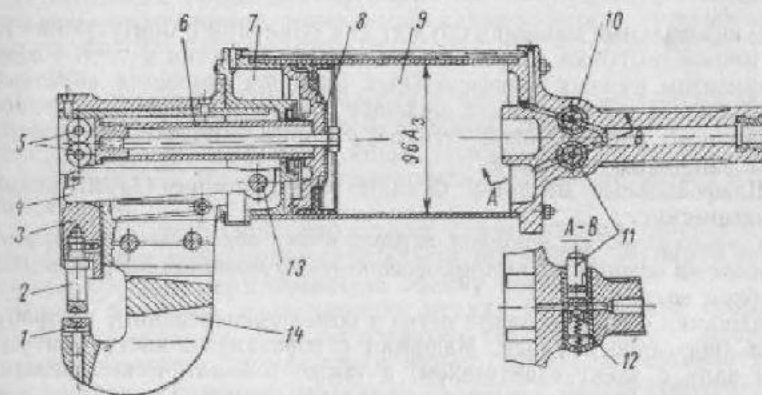


Рис. 231. Пневматический рычажный пресс ПРП5-2.

1 — нижняя обжимка; 2 — верхняя обжимка; 3 — ползун; 4 — рычаг; 5 — ролики; 6 — шток; 7 — камера; 8 — поршень; 9 — цилиндр; 10 и 11 — кнопки; 12 — пружина; 13 — ось рычага; 14 — скоба пресса.



доступ в цилиндр. Для того чтобы освободить заклепку, нажимают на кнопку 10, открывая тем самым доступ сжатому воздуху по каналам в камеру; поршень со штоком перемещается в обратном направлении, и верхняя обжимка, поднимаясь вверх, освобождает заклепку.

Пневматические прессы позволяют ставить заклепки диаметром до 5 мм (стальные) и 6 мм (алюминиевые); более мощные гидравлические безударные прессы рассчитаны на стальные заклепки диаметром 6 мм и алюминиевые диаметром 8 мм.

Рубильные молотки, используемые также для удаления окалина, зачистки сварных швов, очистки поверхности металла от брызг и че-

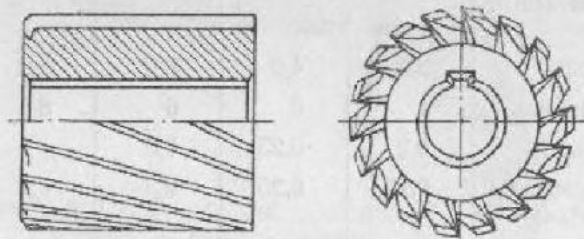


Рис. 232. Шарошка.

канки, не отличаются по конструкции от клепальных молотков, но они меньше по мощности и размерам (например, молоток МЗС).

#### Технические характеристики

легкого универсального рубильного молотка марки МЗС

Работа удара, кГм	0,15—0,20
Число ударов в минуту	2800—3000
Расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,3
Габаритные размеры, мм	48×51×250
Диаметр шланга в свету, мм	9
Вес, кг	1

Шлифовальные машинки служат для опиловки и притупления кромок, точной подгонки сопрягаемых деталей, зачистки и т. д. Рабочим инструментом ручных шлифовальных машинок являются абразивные шлифовальные круги, прикладываемые к обрабатываемой поверхности либо торцом, либо боковой стенкой у торца. Абразивные круги закрыты защитным кожухом.

Шлифовальные машинки бывают электрические (двух типов) и пневматические.

У электрических машинок первого типа абразивный инструмент закреплен на одной оси с электродвигателем, у машинок второго типа — на гибком валу.

Машинки с гибким валом легче и более универсальны, но требуют весьма тщательного ухода. Машинки с абразивным инструментом на одном валу с электродвигателем, а также пневматические машинки, у которых шлифовальный круг всегда расположен на одной оси с двигателем, более маневренны, хотя и обладают большим весом.

При обработке алюминиевых сплавов вместо абразивных кругов применяют шарошки (рис. 232), насаженные либо на шпандель шлифовальных машинок, либо непосредственно на гибкий вал.

Технические характеристики пневматических шлифовальных машинок приведены в табл. 49.

Таблица 49

#### Основные технические характеристики пневматических шлифовальных машинок

Характеристики	Модели машинок			
	ШМ25-50	ЭП-1097	ПШМ08-90	ШР-2
Наибольший диаметр круга, мм	25—50	75	90	150
Мощность, л. с.	0,25	0,20	0,80	1,40
Число оборотов шпинделя под нагрузкой, об/мин	8000	7000	3750	3000
Расход сжатого воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,4	0,4	1,5	1,7
Диаметр шланга в свету, мм	9	9	13	16
Вес, кг	0,9	2,2	2,8	6,7

Сварочные пистолеты для приварки шпилек. Шпильки используются для крепления на судах изоляции и обрешетников, настилов, предметов оборудования помещений. Объем этих работ очень велик, и едва ли найдется среди корпусно-монтажных работ другая такая массовая операция. Поэтому понятна необходимость механизации и обеспечения максимальной экономической эффективности этих работ.

В настоящее время для приварки шпилек используют сварочные пистолеты трех моделей, технические характеристики которых приведены в табл. 50. Производительность каждого — около 100 шт шпилек в час.

Пистолет (рис. 233) смонтирован в алюминиевом корпусе с токоподводящей втулкой и пусковой кнопкой. Электромагнит включает корпус, сердечник, катушку и якорь, отжимаемый от сердечника при помощи пружины. Якорь электромагнита соединен резьбовой втулкой с фиксатором.

В корпус фиксатора запрессован конус, внутри которого находится обойма с двенадцатью стальными шариками по окружности и волновая пружина, прижимающая обойму к конусу.

Шток, пружина, изоляционная втулка и цапга для крепления шпилек с пружинным кольцом образуют так называемую подвижную систему; токоподвод подключен к штоку. Шпильки заданной длины устанавливают с помощью передвижной скобы с направляющими трубками, к концам которых приварен опорный кронштейн с флюсовой шайбой.

При включении пусковой кнопки ток поступает на шпильку и на катушку электромагнита. Последний притягивает якорь, который

тянет за собой фиксатор. Конус фиксатора перемещается влево, а обойма с шариками под действием пружины — вправо; шарики закусывают шток, перемещают его влево и шпилька отрывается от поверхности листа. В образовавшемся зазоре возбуждается сварочная дуга, оплавляющая конец шпильки и делающая ванночку на поверхности листа.

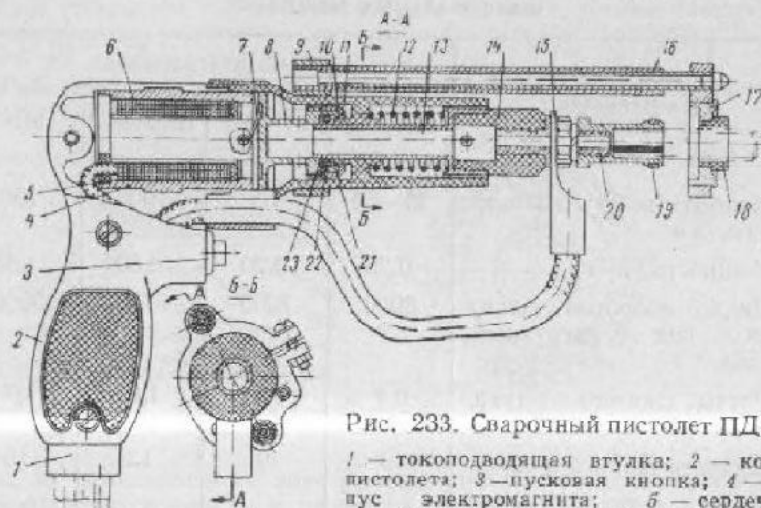


Рис. 233. Сварочный пистолет ПД-500.

1 — токоподводящая втулка; 2 — корпус пистолета; 3 — пусковая кнопка; 4 — корпус электромагнита; 5 — сердечник; 6 — катушка; 7 — пружина; 8 — якорь; 9 — передняя скоба; 10 — конус; 11 — корпус фиксатора; 12 — пружина; 13 — шток; 14 — втулка; 15 — токоподвод; 16 — направляющие трубки; 17 — опорный кронштейн; 18 — флюсовая шайба; 19 — пружинное кольцо; 20 — цапга; 21 — обойма; 22 — шарики; 23 — пружина.

Срабатывает реле времени, и подача тока на электромагнит прекращается; якорь под действием пружины отходит вправо и перемещает вправо фиксатор и конус. Шарики освобождают шток, который

Таблица 50

Основные технические характеристики сварочных пистолетов для приварки шпилек

Технические характеристики	Модели пистолета		
	Завода им. Ждзюна	Адмиралтейского завода	
Диаметр шпилек, мм	3—12	4—14	4—14
Длина шпилек, мм	30—150	30—120	30—120
Сварочный ток, а	до 600	120—800	400—1000
Время сварки, сек	0,2—1,2	0,2—1,3	0,1—2,0
Радиус действия, м	80	40	40
Вес, кг	80	40	40

пружинной перемещается вправо и вдавливают шпильку в ванночку с расплавленным металлом. Пусковая кнопка освобождается, и все детали возвращаются в исходное положение.

В последнее время все чаще применяют *полуавтоматическую приварку шпилек в среде защитных газов*: стальных в среде углекислого газа и шпилек из алюминиевых сплавов в среде аргона. В этих случаях на корпус сварочного пистолета устанавливают насадку для подачи защитного газа (рис. 234).

Шпилька изолирована от медного корпуса насадки посредством изоляционной шайбы, закрепленной нажимной гайкой. Трубка, вы-

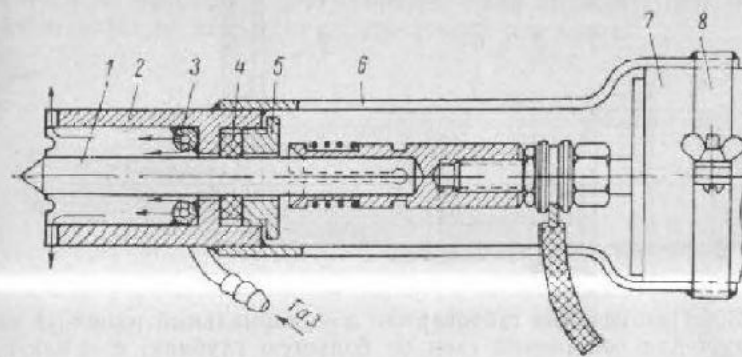


Рис. 234. Насадка для подачи защитного газа в зону сварки.

1 — шпилька; 2 — корпус; 3 — трубка; 4 — шайба; 5 — гайка; 6 — стержни; 7 — корпус; 8 — хомутик.

ренная в корпус, служит для подачи в зону сварки защитного газа. Насадка крепится к корпусу пистолета хомутиком со стержнями, соединенными с насадкой. Газ подается только в момент горения дуги; подача его регулируется электромагнитным клапаном.

**Гайковерты, шпильковерты, отвертки.** Механизация сборки резьбовых соединений с помощью различных пневматических и электрических инструментов является также весьма важной задачей в связи со значительным объемом этих работ при монтаже жилых и служебных помещений на судах. Так, применение *гайковертов* повышает производительность труда по сравнению с завинчиванием гаек вручную в 7—10 раз.

Гайковерты имеют наконечники в виде торцовых ключей и отверток соответствующего размера.

На рис. 235 показаны *три типа рабочих наконечников гайковертов*, закрепляемых перед началом работы в шпинделе гайковерта: нормальный торцовый ключ, ключ для постановки гаек на большую глубину и ключ для постановки винтов.

Более распространенными являются *пневматические гайковерты*, имеющие относительно меньшие габариты и вес.

На рис. 236 показан *пневматический реверсивный гайковерт ГПМ-14*. Смежный патрон закреплен на выходном конце шпинделя. При нажатии на курок воздух попадает в рабочую полость двигателя и вращает ротор. Вращение ротора передается через планетарный редуктор ударному механизму и далее патрону.



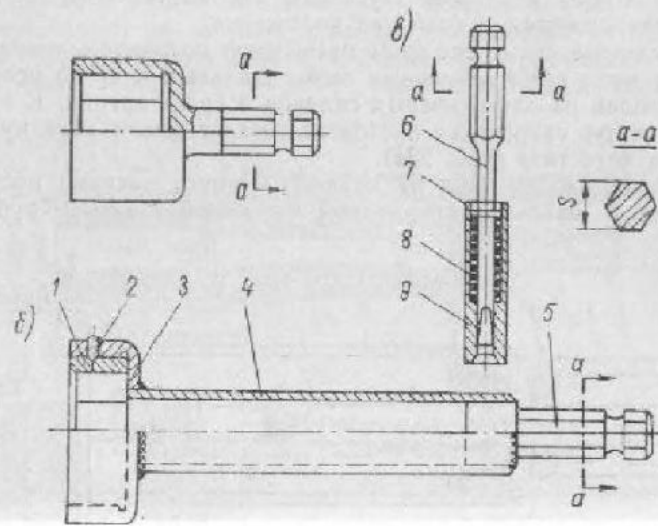


Рис. 235. Наконечники гайковертов: *a* — нормальный торцовый ключ; *b* — ключ для постановки гаек на большую глубину; *e* — ключ для постановки винтов.

1 — сменные вкладыши; 2 — винты; 3 — головка ключа; 4 — труба; 5 — хвостик; 6 — стержень; 7 — стопорное кольцо; 8 — пружина; 9 — направляющая втулка.

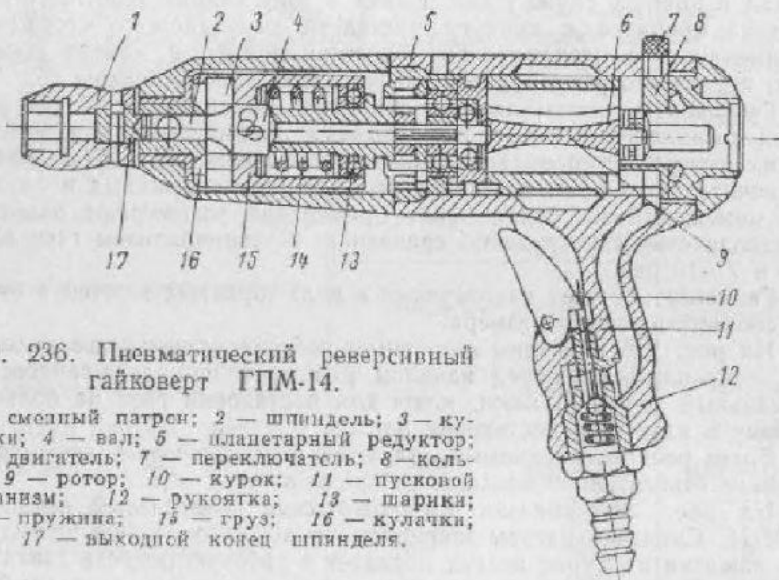


Рис. 236. Пневматический реверсивный гайковерт ГПМ-14.

1 — сменный патрон; 2 — шпindel; 3 — кулачки; 4 — вал; 5 — планетарный редуктор; 6 — двигатель; 7 — переключатель; 8 — кольцо; 9 — ротор; 10 — курок; 11 — пусковой механизм; 12 — рукоятка; 13 — шарики; 14 — пружина; 15 — груз; 16 — кулачки; 17 — выходной конец шпинделя.

Процесс сборки резьбового соединения состоит из наворачивания гайки и ее затяжки. При наворачивании гайки ударный механизм своими кулачками ведет шпindel с кулачками, передавая статический крутящий момент от двигателя на патрон.

Затяжка гайки производится так: когда гайка дойдет до упора, момент сопротивления вращению превысит крутящий момент по валу; вал будет стремиться повернуться относительно ударного груза, удерживаемого на валу посредством двух шариков, размещенных в диаметрально расположенных фигурных углублениях. Шарики начнут скользить по наклонным граням фигурных углублений и ударный груз сдвинется по направлению к рукоятке, сжав пружину; при этом кулачки выйдут из зацепления с кулачками шпинделя.

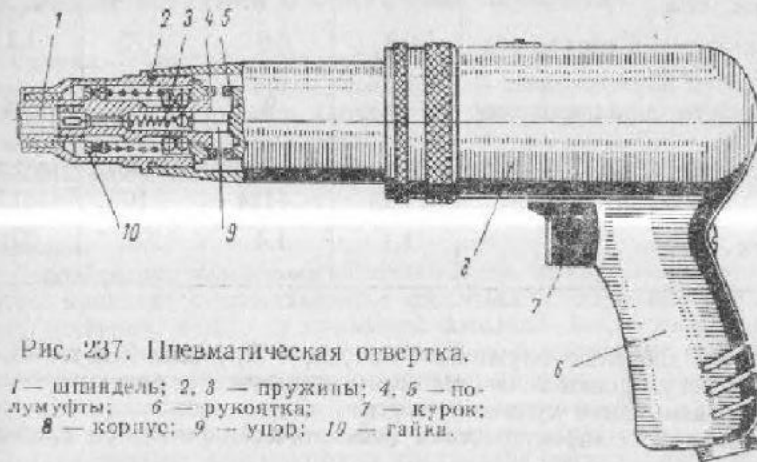


Рис. 237. Пневматическая отвертка.

1 — шпindel; 2, 3 — пружины; 4, 5 — полумуфты; 6 — рукоятка; 7 — курок; 8 — корпус; 9 — упор; 10 — гайка.

Освобожденный груз сразу начинает вращаться с той же скоростью, что и вал, однако упругая пружина снова переместит груз в сторону патрона, и груз ударит своими кулачками по кулачкам шпинделя, поворачивая его (соответственно и патрон с гайкой) на некоторый угол. Так будет продолжаться до тех пор, пока гайка не будет затяжута до конца.

Технические характеристики некоторых пневматических гайковертов приведены в табл. 51.

Конструктивно гайковерты оформляются как прямые и угловые, о чем имеется указание в таблице. Широко применяются также *электро- и пневмоотвертки*, которые значительно повышают производительность труда.

На рис. 237 показана одна из моделей пневматической отвертки ПО-350, состоящей из пневмодвигателя, рабочей муфты (одновременно служащей и муфтой включения), шпинделя и редуктора. Двигатель роторного типа помещен в корпусе; включение и выключение пневмоотвертки осуществляется нажатием курка.

Вращение вала ротора передается через планетарный редуктор на шпindel, в который вставлена отвертка для постановки винтов. Кулачковая муфта состоит из двух полумуфт (ведущей и ведомой), которые при отсутствии нажима на рукоятку не связаны между собой; поэтому даже при работающем двигателе шпindel не вращается



## Основные технические характеристики пневматических гайковертов

Характеристики	Модели гайковертов			
	Угловой УПС-800	ПЗ128	ГПМ-14	ПЗ121
Диаметр резьбы, мм	6—8	10—14	16	20—24
Наибольший момент затяжки, кгм	0,75	4	8	25
Наибольший расход воздуха, м <sup>3</sup> /мин	0,3	0,6	0,75	1,1
Диаметр шланга в свету, мм	9	9	16	13
Габаритные размеры, мм	240×46× ×85	172×56× ×154	270×65× ×197	210×76× ×174
Вес, кг	1,1	1,4	2,5	2,3

(благодаря давлению пружины 3 на упор). Пружина 2 и гайка служат для регулировки величины крутящего момента, при котором произойдет размыкание кулачков муфты.

Технические характеристики пневматических отверток приведены в табл. 52.

Таблица 52

## Основные технические характеристики пневматических отверток

Характеристики	Модель отверток		
	РПО-800	РПО-350	ПО-350
Диаметр устанавливаемых винтов, мм	6	12	12
Мощность двигателя, л. с.	0,2	0,35	0,33
Расход воздуха на холостом ходу, м <sup>3</sup> /мин	0,3	0,4	0,4
Габаритные размеры, мм	230×122	248×132	—
Вес, кг	1,4	1,9	1,8

## § 72. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССАХ

Сварка — это способ прочного соединения металлических деталей с помощью тепловой энергии, создаваемой электрической дугой, газовым пламенем или трением. Существуют два основных способа сварки металлов давлением и плавлением.

При сварке давлением кромки свариваемых деталей под воздействием электрической дуги приводятся в пластическое состояние и соединяются (свариваются) под давлением без присадки дополнительного материала.

Способ сварки плавлением отличается тем, что кромки свариваемых деталей приводят в расплавленное состояние и сваривают без применения давления, обычно с присадкой дополнительного материала.

В современной машиностроительной и судостроительной технике применяют самые различные сварочные процессы, однако все они могут быть разделены на два указанных выше способа.

К первому способу — сварке давлением — относятся: кузнечная сварка; электрическая контактная сварка сопротивлением, стыковая, точечная, шовная и термитная сварка давлением.

Ко второму способу — сварке плавлением — относятся: газовая сварка (кислородно-ацетиленовая и пр.), дуговая сварка металлическим электродом (метод Славянова), дуговая сварка угольным электродом (метод Бенардоса), дуговая сварка независимой дугой при двух угольных или металлических электродах, дуговая сварка в среде защитных газов и пр.

Сварочный процесс является процессом металлургическим, однако он значительно отличается от обычного процесса плавки стали.

При выплавке стали в мартеновской печи температура не превышает 1700°С, а температура сварочной дуги доходит до 6000°С. В процессе сварки металлическим электродом объем расплавленного металла в сварочной ванне незначителен — около 10 см<sup>3</sup>, и сварочный шов кристаллизуется очень быстро.

Время пребывания сварочной ванны в жидком состоянии очень мало — меньше минуты, поэтому регулировать состав наплавляемого металла при изменении принятого режима сварки невозможно. Это сделало бы сварку более сложным процессом, чем выплавка стали. В связи с этим необходимо заранее учесть все явления, происходящие при сварке, и принять меры к тому, чтобы процесс шел в заданном режиме и обеспечил необходимые свойства сварного соединения.

Наибольшую опасность для сварного соединения представляют кислород и азот воздуха. Расплавленный металл сварочной ванны,

сблизаясь с окружающим воздухом, интенсивно поглощает из воздуха кислород и азот. Попадая в расплавленный металл, кислород соединяется с имеющимся в металле железом, углеродом, марганцем, кремнием и образует соединения, которые отрицательно влияют на свойства металла шва.

Соединение железа с кислородом создает нерастворимые в стали окислы, образующие шлаковые включения, и снижающие прочность и пластические свойства шва. Соединяясь с углеродом, кислород также вызывает снижение прочностных свойств металла шва, а выделяемый при этом углекислый газ создает в металле поры, понижающие его механические и пластические свойства.

Попадающий в расплавленный металл азот соединяется с элементами, входящими в состав расплавленного металла. Наиболее вредными являются соединения азота с железом; они повышают предел текучести и предел прочности металла шва, а также его твердость, однако при этом очень резко снижают пластичность и ударную вязкость металла.

В зависимости от способов сварки применяют определенные меры защиты расплавленного металла от вредного воздействия кислорода и азота воздуха. Например, при газовой сварке применяют флюсы и регулируют содержание кислорода в горючей смеси. При ручной сварке металлическим электродом защита определяется составом покрытия и режимом сварки. В случае применения автоматической сварки расплавленный металл шва защищают различными флюсами.

Если сварку ведут в среде инертных газов, то защитой для сварочной ванны служит аргон, гелий и углекислый газ.

При разработке защитных средств основным является создание таких условий, при которых кислород и азот не попадали бы в сварной шов или соединялись бы в процессе сварки с другими элементами и легко переходили в шлак. По такому принципу разрабатывают составы флюсов для автоматической сварки, покрытия электродов и химический состав присадочных материалов.

### Основные процессы сварки

Кузнечная сварка представляет собой процесс, при котором концы деталей или заготовки целиком нагревают до пластического состояния, а затем соединяют их механическим сжатием под молотком, прессом или в вальцах. Заготовки можно нагревать в горнах, электрических печах, на специальных машинах, а также методом индукционного нагрева.

Прочность сварного соединения, выполненного кузнечной сваркой, не более 50—60% прочности основного металла. В настоящее время такую сварку применяют в отдельных случаях для соединений, работающих при небольших нагрузках.

Контактная сварка сопротивлением является одним из наиболее производительных методов сварки. Этот способ лучше других автоматизирован и обеспечивает хорошее качество соединений.

В современном судостроении широко применяют все виды контактной сварки. Стыковой сваркой соединяют различные трубы и стержни из малоуглеродистой и высокоуглеродистой стали, из инструментальной стали, легких алюминиево-магниевого сплавов и титана (рис. 238).

Точечную контактную сварку применяют для сварки листов, полос и уголков, соединяемых внакрой. Сварной шов выполняют отдель-

ными точками — между электродами сварочной машины. В этих местах проходящий электрический ток доводит металл до пластического состояния, после чего ток автоматически выключается, а детали под сильным давлением электродов свариваются (рис. 239).

Шовная сварка, основанная на том же принципе, что и точечная, служит для выполнения непрерывных непроницаемых швов конструк-

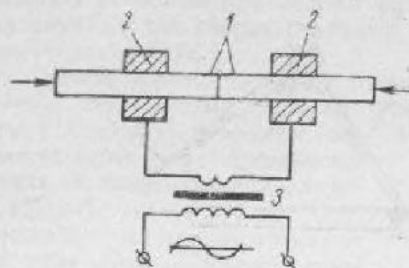


Рис. 238. Схема стыковой контактной сварки.

1 — свариваемые детали; 2 — зажимы сварочной машины; 3 — сварочный трансформатор.

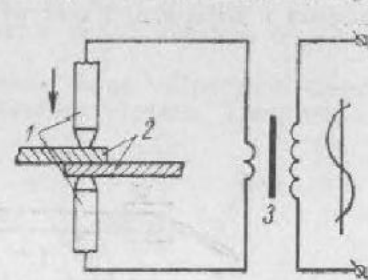


Рис. 239. Схема контактной точечной сварки.

1 — электроды машины; 2 — свариваемые детали; 3 — сварочный трансформатор.

ций из листов внакрой. Детали пропускают между вращающимися роликами машины, через которые проходит электрический ток (рис. 240).

Процесс газовой сварки отличается тем, что кромки свариваемых деталей и пруток присадочного материала расплавляют теплом, образующимся при сгорании какого-либо горючего газа в кислороде (рис. 241).

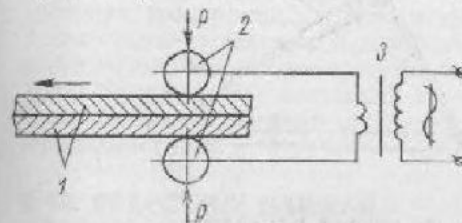


Рис. 240. Схема шовной контактной сварки.

1 — свариваемые детали; 2 — ролики сварочной машины; 3 — сварочный трансформатор.

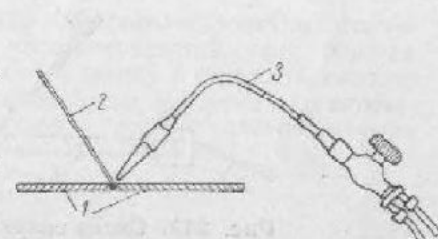


Рис. 241. Схема газовой сварки.

1 — свариваемые детали; 2 — пруток присадочного материала; 3 — газовая горелка.

Горючий газ смешивается с кислородом в специальной горелке; при выходе из отверстия наконечника смесь сгорает, давая высокую температуру пламени. В качестве горючих газов используют ацетилен, водород, пары бензина и пр. Ацетилен обеспечивает получение пламени с наиболее высокой температурой (3400° С); это пламя предохраняет металл шва от окисления кислородом воздуха и очищает жидкий металл от окислов в процессе сварки, поэтому ацетилен при сварке применяют чаще.



В судостроении газовую сварку применяют в основном при изготовлении тонколистовых конструкций из стали, при сварке легких и цветных сплавов, а также при пайке твердыми припоями. При правильном ведении процесса сварные швы отличаются высоким качеством. Однако газовая сварка дает более сильное, чем дуговая сварка, нагревание деталей около шва, что вызывает большие усадочные напряжения и деформации конструкций.

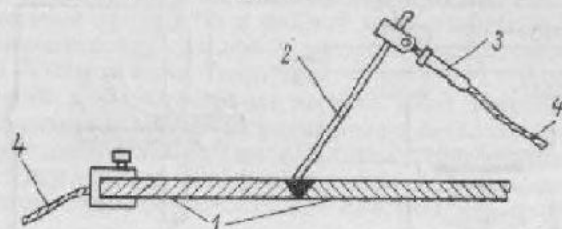


Рис. 242. Схема сварки по методу Славянова.

1 — свариваемые детали; 2 — металлический электрод; 3 — электрододержатель; 4 — провода к сварочной машине.

Наиболее широкое применение имеет *электродуговая сварка*, которую можно выполнять металлическим или угольным электродом. Способ сварки *металлическим электродом* был открыт инженером Славяновым и называется *сваркой по методу Славянова*.

Электрод, закрепленный в держателе, является присадочным материалом и присоединен проводом к одному полюсу электрической

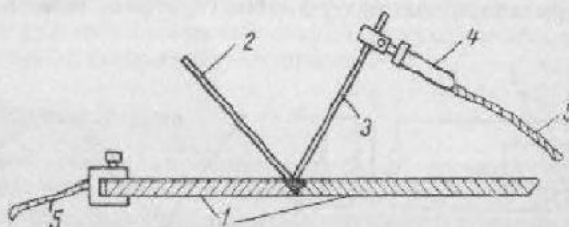


Рис. 243. Схема сварки по методу Бенардоса.

1 — свариваемые детали; 2 — присадочный пруток; 3 — угольный электрод; 4 — электрододержатель; 5 — провода к сварочной машине.

сварочной машины; свариваемые детали другим проводом присоединены ко второму полюсу машины. При сварке между деталью и концом электрода горит раскаленная до высокой температуры дуга. Выделяющееся при этом большое количество тепла расплавляет металл на поверхности свариваемых деталей, в результате чего образуется сварочная ванна и металл электрода расплавляется (рис. 242). Такая сварка вызывает значительно меньшие напряжения и усадочные деформации, чем газовая сварка и другие способы сварки плавлением.

*Дуговая сварка по методу Бенардоса выполняется угольным электродом.* В этом случае присадочный материал не является элементом

сварочной цепи, а вводится в сварочную ванну от отдельного прутка, расплавляемого вольтовой дугой, горящей между концом угольного электрода и поверхностью детали (рис. 243).

Сварку по методу Бенардоса можно выполнять только в нижнем положении; она вызывает более значительные усадочные напряжения и коробления, чем сварка металлическим электродом. Этот метод применяют в основном при сварке чугуна, цветных сплавов и в отдельных случаях при сварке стальных листов малой толщины без присадочного материала.

*Дуговая сварка в среде защитных газов.* При этом способе кромки свариваемых деталей расплавляют теплом электрической дуги и в зону дуги подают газ, защищающий расплавленный металл от воздействия кислорода и азота воздуха (рис. 244). В качестве защиты используют инертные газы — аргон, углекислый газ, азот, гелий, а также газовые смеси.

Для сварки в среде защитных газов служат как плавящиеся, так и неплавящиеся электроды. Плавящийся электрод одновременно служит и присадочным материалом; при неплавящихся электродах присадочный материал подается сварщиком в зону электрической дуги.

Газоэлектрическую сварку широко используют при изготовлении конструкций из легких сплавов, высоколегированных сталей и при сварке отдельных изделий из малоуглеродистой стали. Больше всего применяют аргоно-дуговую сварку и сварку в струе углекислого газа. На некоторых заводах в настоящее время внедрена автоматическая и полуавтоматическая сварка стали и легких сплавов в среде защитных газов.

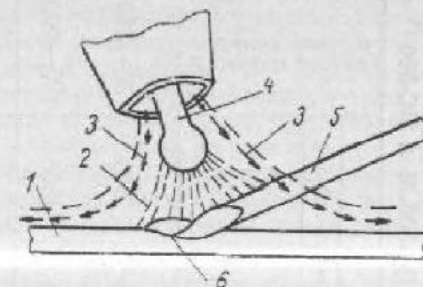


Рис. 244. Схема дуговой сварки в среде защитного газа.

1 — основной металл; 2 — электрическая дуга; 3 — струя защитного инертного газа; 4 — вольфрамовый и 5 — присадочный пруток; 6 — расплавленный металл.

## § 73. СВАРОЧНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Чтобы получить качественную сварку, необходимо обеспечить устойчивое горение сварочной дуги и равномерное расплавление электрода.

*Источники питания сварочной дуги* должны иметь следующие основные характеристики:

1. При сварке металлическим электродом устойчивое горение дуги обеспечивается напряжением тока 18—24 в, в то время как для надежного зажигания дуги необходимо иметь напряжение холостого хода источника питания 35—40 в. Таким образом, напряжение холостого хода сварочной машины должно быть достаточным для зажигания дуги и вместе с тем безопасным для сварщика.

2. При движении руки сварщика длина дуги изменяется: напряжение сварочного тока с увеличением длины дуги возрастает,



Паспортные данные преобразователей ПС-300-М и ПС-500

Тип агрегата	Двигатель		Генератор				Пределы регулин-рования тока, а	Вес агрегата, кг	Габариты (высота, длина, ширина) мм
	Напряжение, в	Мощность, кВт	Число оборотов в минуту	Напряжение, в	Сварочный ток, а	Напряже-ние холостого хода			
ПС-300-М	220 380	14	1450	30—35	100—110%	65%	600	—	
ПС-500	220 380	28	1450	40	100—110%	500	920	1140×1360×740	

а с уменьшением — снижается. Источник питания должен работать так, чтобы колебания в длине дуги не вызвали значительных изменений силы сварочного тока.

3. Во время сварки переход расплавленного металла с конца электрода на деталь происходит отдельными каплями, причем очень быстро; при этом на короткое время между электродом и деталью образуется столбик жидкого металла, в результате чего сварочная цепь замыкается; после перехода расплавленной капли на деталь дуга должна снова загореться. Таким образом, в течение всего процесса сварки источник питания должен работать в режиме короткого замыкания.

4. Устойчивость сварочной дуги зависит от скорости перехода от короткого замыкания к нормальному процессу горения, поэтому сварочная машина должна быстро восстанавливать напряжение от нуля до значительного, необходимых по режиму сварки.

5. Сварочная машина должна обеспечивать возможность плавного и точного регулирования силы сварочного тока и напряжения в определенных пределах.

6. Источник питания должен обладать необходимой мощностью и высоким коэффициентом полезного действия.

Электродугую сварку выполняют на постоянном и переменном токе. Для сварки на постоянном токе применяют машины или выпрямители.

Машины постоянного тока являются преобразователями и представляют собой сварочные генераторы, смонтированные на одном валу с электродвигателем. В сварочном агрегате электрическая энергия, получаемая из силовой се-

ти, перерабатывается в электродвигателе в механическую энергию вращения, которая в сварочном генераторе вновь превращается в электрическую. Обычно в таком сварочном агрегате применяют электродвигатель переменного тока и генератор постоянного тока.

Машины постоянного тока разделяют на *однопостовые* и *многопостовые*.

Наиболее распространенными однопостовыми сварочными машинами постоянного тока являются машины ПС-500 и ПС-300-М; для сварки деталей, имеющих небольшую толщину, применяют преобразователи ПСО-120.

Машина ПС-300-М является преобразователем, который состоит из трехфазного синхронного двигателя с короткозамкнутым ротором на 220/380 в и однопостового генератора ГСО-300. Эту машину используют для сварки вручную электродами диаметром 2,5—6 мм, а также при сварке полуавтоматами проволокой диаметром 1,2—1,6 мм. Сварочный ток машины регулируют реостатом; когда маховичок реостата поворачивает по часовой стрелке, сила сварочного тока увеличивается. Силу тока определяют по шкале, установленной на реостате.

Однопостовая сварочная машина ПС-500 приводится во вращение асинхронным трехфазным двигателем; для запуска двигателя применяют магнитный пускатель. Машина имеет генератор, рассчитанный на наибольшую силу тока в 500 а. Силу сварочного тока регулируют реостатом, включенным в цепь обмотки возбуждения.

Характеристики однопостовых агрегатов ПС-300-М и ПС-500 приведены в табл. 53.

#### Технические характеристики сварочного преобразователя ПСО-120

Номинальный ток при режиме повторного включения 65%, а	120
Номинальное напряжение, в	25
Пределы регулирования сварочного тока, а	30—120
Число ступеней регулирования	2

Многопостовыми сварочными машинами называются генераторы, которые служат для одновременного питания постоянным током нескольких сварочных постов (например, машина ПСМ-1000). От многопостового генератора сварочный ток подается в специальную сеть (шинопровод), от которой питаются отдельные сварочные посты (рис. 245).

Напряжение многопостовых сварочных машин не зависит от нагрузки и сохраняется неизменным при работе любого количества сварщиков. Обычно напряжение равно 45 или 60 в и обеспечивает надежное зажигание сварочной дуги.

Наша промышленность выпускает трансформаторы СТН-500 и СТН-700, которые отличаются от трансформаторов СТЭ-24 и СТ-34 тем, что у них и трансформатор и реактивная катушка расположены на общей магнитной цепи. Схема трансформатора типа СТЭ показана на рис. 246, а принципиальная схема сварочного трансформатора типа СТН (с реактивной катушкой) — на рис. 247.

В трансформаторах указанных типов ток регулируют поворотом рукоятки винта, изменяющего зазор в сердечнике регулятора. За счет изменения индуктивного сопротивления в цепи изменяется сила сва-

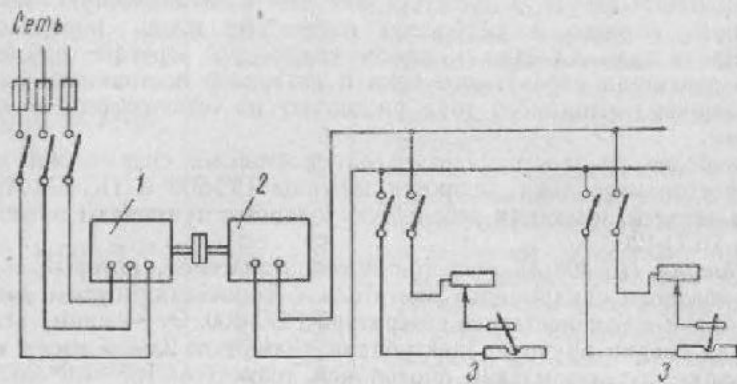


Рис. 245. Схема многопостовой сварочной машины ПСМ-1000.

1 — трехфазовый двигатель напряжением 220—380 в, мощностью 75 квт; 2 — генератор СГ-1000; 3 — сварочные посты с реостатами.

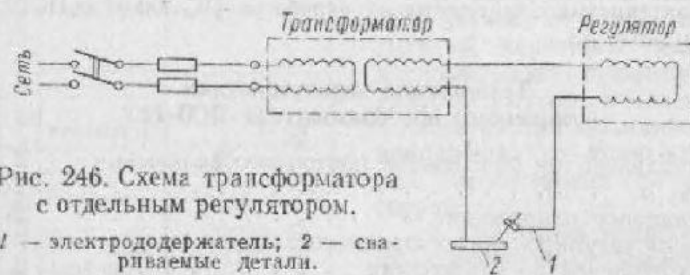


Рис. 246. Схема трансформатора с отдельным регулятором.

1 — электрододержатель; 2 — свариваемые детали.

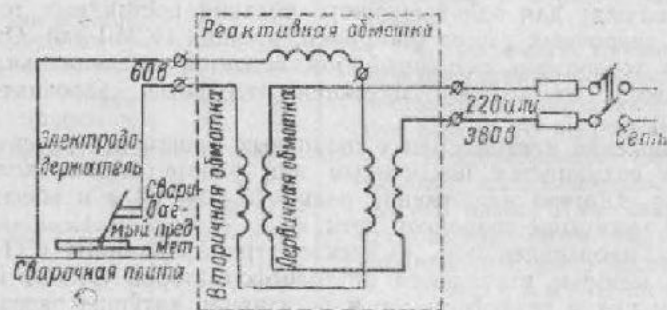


Рис. 247. Принципиальная схема сварочного трансформатора с реактивной катушкой.

рочного тока. Если рукоятку винта сердечника поворачивать по часовой стрелке, сила сварочного тока увеличится; при вращении против часовой стрелки сила тока уменьшится.

Для автоматической сварки обычно используют трансформаторы типа ТСД (сведения о них изложены в специальной литературе по сварке).

### Свойства сварочной дуги

Чтобы сварить детали дуговой сваркой, нужно их кромки привести в расплавленное состояние; источником тепла служит сварочная дуга, которая образуется между деталью и электродом.

*Сварочная дуга представляет собой электрический разряд между двумя электродами в газообразной среде.*

При сварке по методу Славянова такими электродами являются металлический стержень и свариваемая деталь. Воздух в обычных условиях не проводит электрический ток, т. е. является изолятором. Если металлический стержень-электрод, вставленный в электрододержатель, соединить проводом с отрицательным полюсом сварочной машины, а свариваемую деталь — с положительным полюсом, то при прикосновении электрода к детали сварочная цепь замкнется и по ней пойдет электрический ток.

Так как электрическая энергия переходит в тепловую, то кромка детали и конец электрода раскаляются; достаточно небольшого зазора между электродом и свариваемой деталью, чтобы с конца электрода устремился поток электронов. Имея большую скорость, они пролетают через воздушный промежуток дуги и расщепляют встречающиеся на их пути молекулы и атомы воздуха, образуя ионы и свободные электроны.

Воздушный промежуток между электродом и деталью ионизируется и превращается в проводник электрического тока, в результате чего загорается сварочная дуга.

Для зажигания сварочной дуги нужно приблизить электрод к свариваемой детали до короткого замыкания сварочной цепи. В момент замыкания конец электрода и кромка детали не сразу нагреваются до высокой температуры, поэтому вначале между электродом и деталью требуется повышенное напряжение. После того как процесс горения дуги начался, напряжение уменьшается и остается относительно постоянным; *напряжение, соответствующее равномерному горению дуги, называют рабочим.* Для зажигания дуги постоянного тока необходимо напряжение не менее 40 в, а при переменном токе — не ниже 65 в.

Рабочее напряжение зависит от длины сварочной дуги: при увеличении длины дуги возрастает и напряжение. Напряжение также меняется в зависимости от марки применяемых электродов. При сварке электродами с меловым покрытием рабочее напряжение не превышает 15—18 в, при сварке электродами с обмазкой УОНИ-13 оно составляет 22—26 в.

В процессе сварки необходимо добиваться равномерного горения сварочной дуги, не допуская больших отклонений от заданного режима сварки. Для этого используют сварочную машину, которая в нормальных условиях эксплуатации должна быстро восстанавливать изменившееся напряжение.



## § 74. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СВАРКИ. ПОДГОТОВКА КРОМОК ПОД СВАРКУ

Качество сборки кромок под сварку в большой степени определяет трудоемкость изготовления и качество готового узла или секции, независимо от применяемого материала и способа сварки.

При выполнении сборочных работ под сварку необходимо соблюдать следующие основные требования:

подавать на сборку детали, подлежащие сварке, обработанными в соответствии с указаниями в чертежах и с нужными технологическими припусками;

производить сборку на специальных стендах, плитах, постелях или другой оснастке, обеспечивающей выполнение работ и получение конструкции заданной формы;

выполнять сборку с соблюдением зазоров по нормам и инструкциям; применять прихватки или другие крепления, фиксирующие положение собранных деталей. Кроме того, детали перед сборкой должны быть выправлены и не иметь волнистости и переломов.

Размеры прихваток и расстояние между ними должны соответствовать:

а) для соединения веток деталей толщиной до 4 мм высота прихватки должна быть не более меньшей толщины свариваемых листов;

б) для таких же соединений деталей толщиной 4 мм и более высота прихватки не должна превышать 0,5—0,7 меньшей толщины свариваемых листов;

в) длина прихваток может быть от 15 до 40 мм — в зависимости от толщины свариваемых деталей;

г) расстояние между прихватками должно быть около 150—200 мм.

**Ручная дуговая сварка.** При сварке малоуглеродистых и низколегированных сталей структура сварного соединения в основном зависит от режима сварки. При сварке легированных сталей на структуру шва влияет также предварительная (до сварки) и окончательная (после сварки) термическая тепловая обработка деталей и узлов.

Малоуглеродистые стали рекомендуются сваривать электродами типа Э42 и Э42А, которые обеспечивают равнопрочность сварного соединения с основным металлом.

В судостроительной промышленности наиболее широкое применение получили электроды марок УОНИ-13/45, УОНИ-13/45А, УОНИ-13/55, ОМ-5 и ЦМ-7.

Диаметр электрода выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла.

Практически установлено, что правильные размеры и высокое качество шва достигаются при следующих сочетаниях толщины свариваемого металла и диаметра электрода:

Толщина свариваемого металла, мм . . . . .	до 2	2—3	4—6	6—10	Свыше 10
Диаметр электрода, мм . . . . .	2	3	3—4	4—5	5—6

Марку электрода выбирают в зависимости от марки свариваемой стали — ее химического состава и механических свойств. В чертежах указан тип электрода для сварки данной конструкции с таким расчетом, чтобы прочность шва получилась не ниже прочности свариваемого металла. По типу электрода выбирают марку электрода, принятую на данном заводе.

Сила сварочного тока влияет на глубину провара основного металла. При ручной сварке глубина провара составляет 2—3 мм. Величину сварочного тока выбирают в зависимости от толщины свариваемого металла, диаметра электрода и положения сварного шва на конструкции.

Практически силу тока выбирают по формуле  $I = K \cdot d$ , где  $I$  — сила сварочного тока, а;

$d$  — диаметр электрода, мм;

$K$  — коэффициент, связанный с диаметром электрода.

Величина сварочного тока в зависимости от диаметра электрода

$d$ , мм . . . . .	2	2—4	4—6
$K$ , а/мм . . . . .	25—30	30—40	40—60

При сварке в потолочном и вертикальном положениях сила сварочного тока должна быть уменьшена на 10—20%.

Напряжение на дуге при ручной сварке изменяется в сравнительно малых пределах (18—25 в) и выбирается согласно паспорту на электроды.

Наибольшие трудности представляет ручная сварка тонких листов, так как при сварке стали толщиной 1—2 мм металл легко прожигается дугой. В этих случаях для получения удовлетворительного качества сварки необходимо принимать особые меры: выполнять сварку на подкладках, применять пониженную силу тока, специальные электроды и оборудование.

Листы нужно собирать с нулевым зазором и плотно прижимать к подкладке. Стык следует наклонять под углом 10—15° и сварку вести снизу вверх. Кроме того, для сварки тонких листов применяют специальные электроды с более тонким покрытием, например электроды марок ОМА-2, УОНИ-13Т и др.

Для электродов диаметром 2 мм принимают силу сварочного тока 50—60 а.

**Автоматическая электродуговая сварка.** Автоматическая сварка основана на принципе сохранения сварочной дуги постоянной длины; если скорость подачи проволоки равна скорости ее плавления, то длина сварочной дуги в процессе автоматической сварки остается постоянной.

Автоматическая сварка под флюсом производится дугой значительной мощности; это обеспечивает устойчивое горение сварочной дуги при колебаниях ее напряжения от 3 до 5 в.

В современных сварочных автоматах осуществляется механическое выравнивание скорости подачи проволоки и скорости ее плавления. Между напряжением и силой тока существует закономерная зависимость: с увеличением длины дуги напряжение возрастает, а сила тока уменьшается; при падении силы тока скорость плавления электродной проволоки уменьшается, а при возрастании увеличивается.

Автоматы, подающие проволоку с постоянной скоростью (ТС-17, ТС-17М), созданы институтом имени акад. Е. О. Патона (рис. 248). Существуют сварочные автоматы, в которых скорость подачи проволоки зависит от напряжения на дуге; так, на автомате АДС-1000-2 применено автоматическое регулирование длины дуги в зависимости от ее напряжения.

При увеличении длины дуги напряжение возрастает и электродная проволока начинает двигаться с повышенной скоростью; после

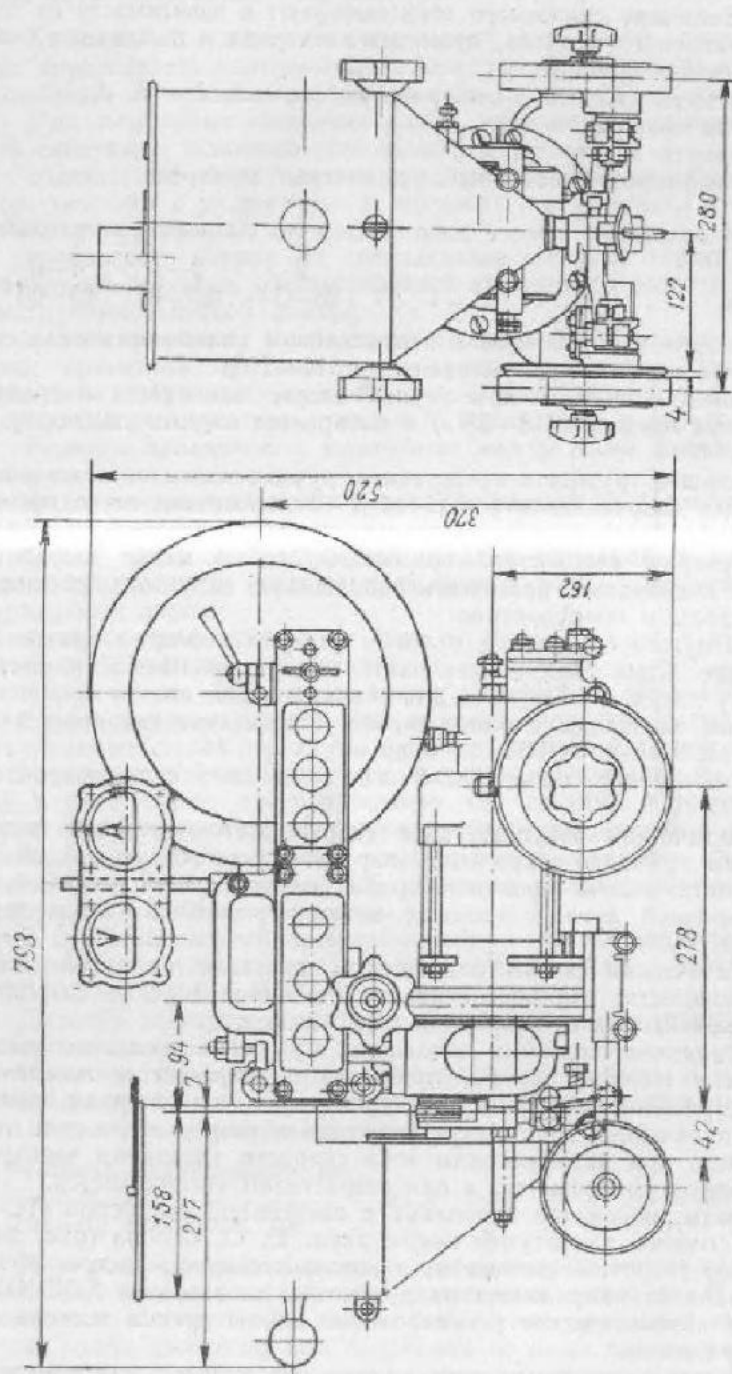


Рис. 248. Автомат ТС-17 с постоянной скоростью подачи проволоки.

этого длина сварочной дуги уменьшается и напряжение опять снижается. Если же, в связи с понижением напряжения, длина дуги уменьшается, то число оборотов электродвигателя тоже уменьшается; тогда скорость подачи проволоки сокращается и длина дуги увеличивается.

*Преимущества автоматической сварки.*

1. Повышение производительности сварки за счет:
  - возрастания скорости сварки, превышающей в несколько раз скорость ручной сварки (до 40—50 м/час);
  - создания сварочной дуги увеличенной мощности при том же или уменьшенном диаметре проволоки;
  - сокращения объема наплавленного металла шва в процессе сварки листов больших толщин без разделки.
2. Высокое качество сварки благодаря автоматизации процесса (не зависящего от профессиональных качеств сварщика), защита шва от вредного воздействия воздуха и глубокому проплавлению основного металла.

3. Возможность сваривать стали различных марок, а также цветные сплавы путем соответствующего подбора проволоки, флюса и режимов сварки.

4. Возможность получать качественное соединение деталей больших толщин за один проход автомата (при электрошлаковой сварке).

*Автоматическую сварку под флюсом* ведут таким образом, чтобы сварочная дуга и расплавленный металл шва были защищены от влияния окружающего воздуха слоем флюса; соответствующее легирование флюса или проволоки обеспечивает при сварке необходимый химический состав металла шва.

Автоматическая сварка под флюсом в вертикальном положении производится с принудительным формированием шва (рис. 249).

**Электрошлаковая сварка** выполняется в шлаковой ванне. Как и при автоматической сварке под флюсом, дуга расплавляет основной металл, проволоку и флюс; флюс, расплавленный при высокой температуре, образует шлак, который покрывает жидкий металл. За счет тепла расплавленного шлака происходит нагрев и расплавление кромок свариваемых деталей. Постепенно в процессе сварки жидкий металл накапливается, начинает затвердевать снизу и образует сварной шов (рис. 250).

Электрошлаковую сварку выполняют при вертикальном положении листов и изделий толщиной свыше 20 мм; в отдельных случаях ее можно применить и в нижнем положении.

По сравнению с дуговой автоматической сваркой электрошлаковая сварка имеет ряд преимуществ:

1. Толщина свариваемых деталей не ограничена, причем изделия любой толщины можно сваривать за один проход.
2. При подготовке деталей под сварку не требуется разделки кромок, что значительно снижает трудоемкость их обработки.
3. Одновременное расплавление кромок деталей по всей плоскости сечения практически исключает угловые деформации (сломы) листов на сварных швах.
4. Образование сварного шва происходит в основном за счет присадочной проволоки; при этом доля основного металла составляет 10—20% вместо 40—50% при дуговой сварке.



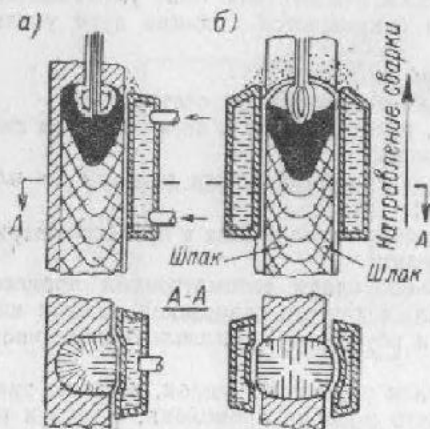


Рис. 249. Схема дуговой автоматической сварки под флюсом с принудительным формированием шва: а — шов с несквозным проваром; б — шов со сквозным проваром.

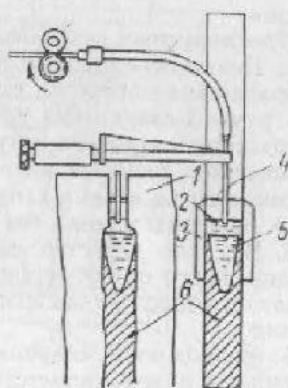


Рис. 250. Схема электрошлаковой сварки.

1 — свариваемые детали; 2 — расплавленный шлак; 3 — медный башмак; 4 — электрод; 5 — сварочная ванна; 6 — сварной шов.

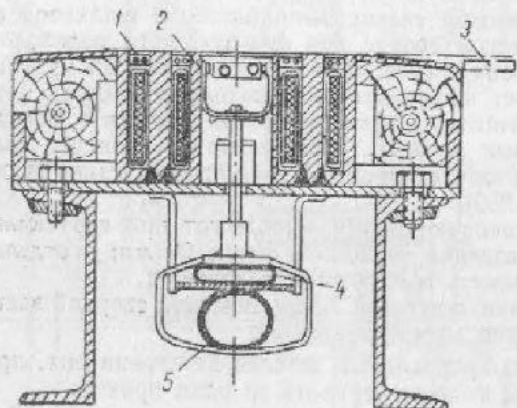


Рис. 251. Флюсовая подушка для автоматической сварки.

1 — электромагнит; 2 — флюсовый желоб; 3 — настел стелда; 4 — верхний шланг для поджатия флюса; 5 — нижний шланг.

5. Незначительная концентрация нагрева при электрошлаковой сварке обеспечивает устойчивость металла околошовной зоны против появления холодных трещин.

6. Значительная экономия электрической энергии: при сварке электрошлаковым методом потребляется меньшая мощность, чем при сварке таких же деталей дуговым способом.

Сварка на магнитном стенде с флюсовыми подушками имеет свои преимущества. Изготовление специализированных стендов, предназначенных для сварки полотнищ с постоянным расположением стыков, обычно бывает невыгодным из-за ограниченного применения этих стендов только для определенных секций и больших затрат времени на подготовку стыковых соединений под сварку. Поэтому очень удобны универсальные магнитные стенды из плоских стальных плит, на которых установлены флюсовые подушки с электромагнитами (рис. 251).

Флюсовые подушки позволяют производить автоматическую сварку стыковых соединений полотнищ с одновременным образованием шва с двух сторон. При этом можно подобрать режим, обеспечивающий провар всего сечения и формирования шва с обратной стороны полотнища.

Одностороннюю сварку на флюсовой подушке с образованием шва одновременно с двух сторон, как правило, можно выполнять на полотнищах из листов толщиной от 2 до 10 мм. Сварку на флюсовой подушке с кантованием полотнища можно применять для соединений листов толщиной 7—20 мм; при этом допускается увеличение зазора под сварку в зависимости от толщины собираемых листов. Для листов толщиной 7—14 мм допускаются зазоры не более 4 мм, для листов толщиной 15—20 — не более 6 мм.

Флюсовая подушка обеспечивает формирование сварного шва следующим образом. При сварке сверху автоматом флюс прижимается сжатым воздухом с обратной стороны стыка листов и не позволяет расплавленному металлу протекать через увеличенный зазор между кромками полотнища.

Правильнее всего использовать магнитный стенд только для сварки стыковых соединений листов. Остальные работы (по сборке самих полотнищ, установке и приварке набора, различных подкреплений и прочих конструкций) следует выполнять на обычных сборочных стендах и плитах, размещаемых рядом с магнитным стендом.

На некоторых заводах в последние годы стали применять флюсовые подушки, установленные на подвижных «катучных» балках. Балки, представляющие собой жесткие конструкции, перемещают по рельсам поперек сварных соединений, поочередно обеспечивая сварку стыков. Другие балки, расположенные перпендикулярно к первым, служат для сварки пазов секции. Конструкция такой балки показана на рис. 252.

Применяют также стенды с флюсовыми подушками без электромагнитов.

Сварка алюминия и его сплавов имеет свои особенности. Листы из легких сплавов покрыты по всей поверхности тугоплавкой окисной пленкой, имеющей температуру плавления около 2000° С. Так как температура плавления алюминия 658° С, то при сварке алюминиевых сплавов приходится применять сосредоточенный источник тепла, обеспечивающий расплавление тугоплавкой окисной пленки.

При сварке деталей применяют флюсы, предохраняющие шов от окисления; при сварке алюминиевых сплавов в среде защитных газов (аргон и др.) флюс не требуется. Аргон-дуговая сварка обеспечивает

получение качественного сварного соединения и выполняется вручную неплавящимся вольфрамовым электродом, а также автоматами и полуавтоматами с применением плавящегося электрода.

**Сварка чугуна.** Чугунные детали сваривать очень трудно, так как хрупкость чугуна приводит к появлению трещин, которые чаще всего возникают из-за неравномерного нагрева крупных изделий в процессе сварки.

Кроме того, при сварке чугунных деталей в зоне шва происходит изменение структуры чугуна, что также может вызвать трещины.

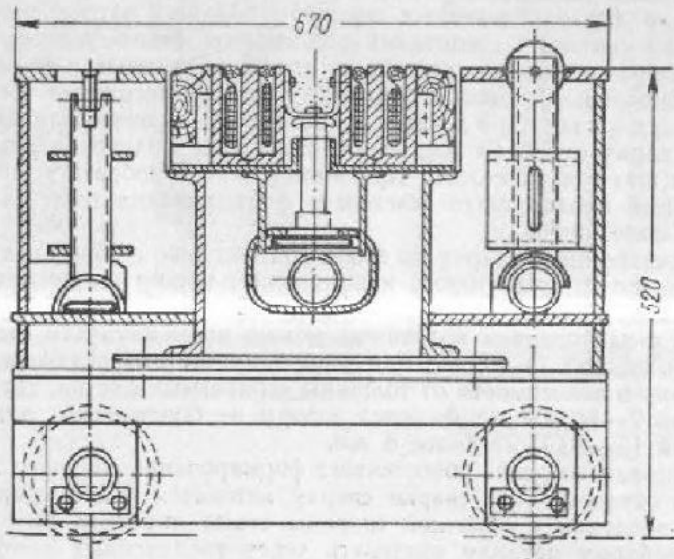


Рис. 252. Передвижная балка с флюсовой подушкой и электромагнитами.

Поэтому сварку чугуна выполняют с подогревом изделия до 600—700°С или же без подогрева, но с соблюдением определенных технологических условий.

При сварке с подогревом изделие помещают в печь или нагревают на горне. Для сварки применяют чугунные прутки с покрытием, в состав которого входят: мел — 25%, полевой шпат — 25%, графит — 41%, ферромарганец — 9%.

Режимы сварки чугуна указаны в табл. 54.

Сварку без подогрева изделий применяют на ряде заводов, однако еще не найден способ сварки, исключающий появление трещин и плавление хрупкой отбеленной зоны.

Для холодной сварки чугуна используют электроды, состоящие из медных и стальных сплавов, например, медную проволоку, которую покрывают лентой из белой жести. Можно применять и стальной стержень с медной оплеткой; сверху электрод должен быть обмазан покрытием УОНИ-13/55, ЦМ-7 и др. Кроме того, используют электроды, состоящие из стального стержня с покрытием из графита (40—50%) и ферросилиция (50—60%).

Таблица 54

Режимы сварки изделий из чугуна

Толщина стенки, мм	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, а
10—15	4—6	200—300
15—25	6—10	300—500
25—35	8—10	350—650
35 и выше	10—12	500—800

Применяют также полуавтоматическую сварку чугуна стальной проволокой под слоем флюса АН-348 с добавкой 6% ферросилиция, а для крупных чугунных изделий установку стальных шпилек на резьбе с последующей обваркой их стальными электродами Э42.

Сварку производят при незначительной силе тока, чтобы не нагревать чугун выше 60—70°С (для такой сварки А. Г. Назаров предложил электроды, состоящие из двух медных и одной стальной проволоки диаметром 3 мм с покрытием УОНИ-13/55).

**Электроды и флюсы для сварки.** Сварочную проволоку, электроды и флюсы называют *присадочными материалами*. Сварочную проволоку используют обычно в бухтах для газовой, газозлектрической и автоматической сварки под слоем флюса. Стержень с нанесенным на него покрытием называют *сварочным электродом*.

Электроды должны обеспечивать: устойчивое горение дуги при заданных режимах сварки, защиту расплавленного металла шва от влияния окружающего воздуха, заданный химический состав шва, правильное формирование сварочного шва и выделение при сварке вредных газов.

Электроды для сварки сталей разбиты на группы в соответствии с ГОСТ 9467—60. Электроды, обеспечивающие одинаковые химические

Таблица 55

Электроды, применяемые для сварки корпусных сталей

Марки электродов	ОММ-5	ЦМ-7	УОНИ-13/45	УОНИ-13/45А	УОНИ-13/55
Марки сталей, для которых они применяются	Ст. 3 Ст. 3с Ст. 4 Ст. 4с	Ст. 3 Ст. 3с Ст. 4 Ст. 4с	Ст. 3 Ст. 3с Ст. 4 Ст. 4с	СХЛ-4 МС-1	СХЛ-45



свойства металла шва, объединены по типам; так, для сварки корпусных малоуглеродистых низколегированных сталей и сталей повышенной прочности применяют электроды типа Э42 и Э42А, различающиеся по отношению к удлинению и ударной вязкости.

Марки электродов, наиболее часто применяемых в судостроении, приведены в табл. 55.

Для автоматической и полуавтоматической сварки малоуглеродистых и низколегированных корпусных сталей применяют флюсы марок ОСЦ-45, ОСЦ-45п, ФЦ-9 и АН-348А; данные об этих флюсах приведены в табл. 56.

Таблица 56

**Флюсы, применяемые при механизированной сварке сталей**

Марка флюса	Химический состав, %								
	MnO	SiO <sub>2</sub>	CaF <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	S	P
ОСЦ-45	40—47	38—44	6,9	6,0	1,0	5,0	1,5	0,15	0,20
ОСЦ-45п	40—47	38—44	6,9	6,0	1,0	5,0	1,5	0,15	0,8
ФЦ-9	36—41	37—42	1,5—3,5	5,0	2,0	9—13	1,5	0,15	0,8
АН-348А	41—43	34,5—37,5	4,0—5,5	5,5	5,5—7,5	4,5	4,5	0,15	0,12

Примечание. Флюсы ОСЦ-45п и ФЦ-9 применяют для сварки автоматами и полуавтоматами проволокой диаметром менее 3 мм.

**§ 75. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СВАРКИ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Приемку сварных швов корпусных конструкций производят на основании результатов пооперационного контроля сварочных работ, а также контроля качества выполненных сварных швов.

Важным условием высокого качества сварочных работ является качество сборки под сварку. Необходимо правильно устанавливать величины зазоров под сварку и углы разделки кромок с помощью шаблонов и угломеров; поверхности свариваемых кромок и плоскостей должны быть очищены от окислы, влаги, краски и других загрязнений. Контроль технологии сварки предусматривает также наблюдение за последовательностью наложения швов, за соответствием применяемых режимов сварки и сварочных материалов.

При сварке на открытых площадках и при отрицательной температуре окружающего воздуха (например, на стапелях) необходимо принимать меры для защиты мест сварки от атмосферных осадков и соблюдать требования по сварке сталей различных марок при температуре ниже нуля. Эти требования регламентируются специальными положениями и инструкциями.

Контроль качества выполненных сварных швов осуществляется: внешним осмотром и измерениями; вскрытием участков швов; рентгено- или гаммаграфированием;

ультразвуковыми методами; испытанием непроницаемости швов.

В зависимости от требований, предъявляемых к прочности судовых сварных соединений, и условий выполнения швов сварные соединения корпуса разделяют на четыре основные категории.

1. Сварные соединения, швы которых обеспечивают общую и местную прочность корпуса и выполняются в неблагоприятных производственных условиях, например, все монтажные стыковые соединения корпуса, расположенные в средней части судна.

2. Сварные соединения корпусных конструкций, размеры связей которых определены соответствующими расчетами прочности, например, внутрисекционные стыковые соединения в средней части корпуса, а также стыковые соединения связей, обеспечивающих местную прочность.

3. Сварные соединения конструкций, расчетные напряжения которых далеки от допускаемых, например, внутрисекционные сварные соединения в оконечностях судна, стыки внутренних палуб и платформ, надстроек и т. д.

4. Сварные швы конструкций, не предназначенных для обеспечения общей или местной прочности корпуса, например, стыковые и тавровые соединения листов и набора легких переборок и выгородок, настилов полов и т. д. Для швов этой категории методами контроля качества являются только внешний осмотр с измерениями и испытание непроницаемости.

При контроле сварных швов внешним осмотром проверяют отсутствие в них наружных дефектов: трещин в шве и околошовной зоне, прожогов, незаплавленных кратеров, а также пор и подрезов, размеры которых больше допустимых (согласно действующим правилам и положениям). Измерения служат для проверки соответствия размеров шва требованиям чертежа; их производят с помощью самых различных контрольно-измерительных инструментов и шаблонов не реже, чем через каждый метр шва.

Иногда для расшивки дефектов, выявленных в шве другими методами, приходится вскрывать металл шва. Такое вскрытие участков швов осуществляют посредством вырубки, газовой строжки, за- сверливанием или электровоздушной строжки; поверхность металла после вскрытия шва осматривают с помощью лупы.

Рентгено- и гаммаграфирование сварных швов используют для выявления внутренних дефектов в швах (трещин, непроваров, шлаковых включений, газовых пор и свищей). Объем контроля сварных швов рентгено- и гаммаграфированием на серийно строящихся судах составляет: для сварных соединений первой категории 20% от протяженности швов, для второй категории 4% и для третьей категории 2%.

Выбор метода контроля (рентгенографирование или гаммаграфирование) зависит от технической возможности и целесообразности применения, однако в обоих случаях необходимо строго выполнять правила защиты людей от рентгено- и гамма-лучей; во всех случаях, где это возможно, следует использовать источники с меньшей энергией гамма-лучей.

Рентгенографирование осуществляется с помощью рентгеновских аппаратов любых типов, имеющих диапазон напряжений, соответствующих контролируемой толщине металла; гаммаграфирование про-

изводится с помощью радиоактивных изотопов, помещаемых в контейнеры. Последние обеспечивают защиту персонала от гамма-излучения и удобны при переноске.

При хранении и транспортировке гамма-источник находится в центре свинцового контейнера. Для гаммаграфирования этот источник вместе с поворотным вкладышем поворачивают на  $180^\circ$  и устанавливают над отверстием в контейнере, направляя на контролируемый участок пучок гамма-лучей. С противоположной стороны сварного шва закрепляют рентгеновскую пленку; длина снимка не более 400 мм.

Качество сварных швов стыковых соединений по рентгено- и гамма-снимкам оценивают по трехбалльной системе (балл 3 — «хорошо», балл 2 — «удовлетворительно», балл 1 — «неудовлетворительно»).

Основные признаки для оценки:

*балл 3* — в сварном шве отсутствуют внутренние дефекты или имеются отдельные небольшие газовые и шлаковые включения;

*балл 2* — в сварном шве отсутствуют трещины и непровары, но имеются цепочки газовых или шлаковых включений несплошного характера, причем примерная протяженность всех дефектов составляет не более 10% от проверенной длины шва;

*балл 1* — в сварном шве имеется хотя бы один из трех дефектов (трещины, непровары, свищи любых размеров).

На каждом участке шва, оцененного баллом 1, устанавливают границы дефектов, подлежащих удалению.

Для исправления шва любым из приведенных выше способов отдельные участки, забракованные по данным рентгено- или гаммаграфирования, удаляют, затем детали сваривают и шов снова проверяют теми же методами по всей длине исправленных участков.

Недостатком метода является *выборочный характер контроля*, который не гарантирует обнаружения всех имеющихся дефектов в наиболее ответственных сварных швах.

В этом отношении значительно эффективнее электромагнитный метод контроля, позволяющий проверить сварные швы, расположенные в любом пространственном положении и по всей их протяженности. Обнаруженные при этом дефектные участки швов могут быть подвергнуты последующему рентгено- и гаммаграфированию для определения характера и величины дефектов.

*Электромагнитные дефектоскопы* используют для выявления таких недопустимых дефектов сварных швов, как непровары и трещины, крупные скопления пор и шлаковых включений, а также отдельных пор и шлаковых включений размером более 2 мм.

Эти приборы помогают уточнить места расположения дефектов и их протяженность в сварных стыковых соединениях толщиной от 5 до 30 мм, причем достоверность электромагнитного метода контроля должна быть подтверждена данными рентгенографирования тех же сварных соединений.

Электромагнитные дефектоскопы можно настроить на выявление различных по величине дефектов сварных швов, т. е. на большую или меньшую чувствительность.

Магнитный дефектоскоп состоит из искательной головки, усилителя и стабилизатора напряжения. В искательной головке, перемещающейся на колесиках над сварным швом, расположены полюса электромагнита и индукционный датчик; последний является источником напряжения, возникающего в нем от искажения магнитных по-

лей при движении головки над дефектными местами. Сигналы, возникающие в магнитной головке, превращаются в световой сигнал индикаторной лампы.

Может быть применен также ультразвуковой метод контроля сварных швов. Он рекомендуется для проверки качества сварных стыковых соединений толщиной от 20 мм и более, для контроля швов контактной точечной и шовной сварки, а также заклепочных швов и литых стальных деталей (ультразвуковой дефектоскоп УЭД-С).

Особенно целесообразны *ультразвуковые дефектоскопы* для уточнения размеров и глубины залегания дефектов в сварных швах толщиной свыше 30 мм (электромагнитным дефектоскопом этого сделать не удается).



## РАЗДЕЛ ДЕВЯТЫЙ. СВАРОЧНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ И ПРАВКА КОНСТРУКЦИЙ

### § 76. НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ПРИ СВАРКЕ

В процессе сварки любой конструкции в ней появляются *внутренние напряжения и связанные с ними деформации, вызванные высоким местным нагревом металла узлов и деталей.*

Нагреваемая часть металла стремится расшириться и встречает противодействие со стороны остальных (холодных) элементов конструкции. При этом в зоне нагрева появляются пластические деформации скатия («подсадки»), которые после охлаждения металла приводят к возникновению в конструкции *остаточных напряжений.*

В общем случае остаточные напряжения в пределах узла, секции или корпуса судна являются уравновешенными, т. е. сумма напряжений скатия и растяжения их равна нулю. Однако при наличии жесткого закрепления по контуру узла или секции в них возникают *напряжения одного знака, называемые реактивными, которые уравновешиваются напряжениями, появляющимися в заделке.*

Величина и характер остаточных напряжений, а также получаемых деформаций зависит от многих факторов, например, от жесткости свариваемой конструкции, выбора метода сварки, жесткости применяемой оснастки (стенда, кондуктора, постели). Тщательная разработка технологического процесса сборки и сварки позволяет изготовить узлы, секции и корпус судна в целом с наименьшими деформациями и напряжениями.

При разработке технологического процесса следует учитывать: количество наплавленного металла в соединениях; последовательность выполнения швов; режим сварочного тока; тип электродов и способы закрепления отдельных частей конструкции на оснастке.

На величину остаточных напряжений и деформаций влияют также температура воздуха и атмосферные условия, при которых изготавливается конструкция.

При постройке сварных судов наиболее опасным является нарушение такой последовательности выполнения сварных соединений корпуса, при которой возникает жесткое закрепление отдельных конструкций; последнее не обеспечивает свободного укорочения швов, что приводит к появлению зон остаточных напряжений. *Остаточные напряжения от сварки, суммируясь с напряжениями от внешних сил при эксплуатации судна, будут уменьшать прочность корпуса и создавать опасность разрушений.*

Перегрузка конструкций сварочными напряжениями, связанная с большим количеством наплавленного металла, часто являет-

ся другим крупным недостатком в производстве сварных сооружений. В результате укорочений швов развиваются напряжения в плоскости или по объему конструкции; при этом листы и набор будут находиться под воздействием растягивающих или сжимающих сил, одновременно действующих в различных направлениях. Поэтому перегрузка секции сварными швами при наличии таких неблагоприятных факторов, как низкая температура или удары, может вызвать появление трещин в процессе сварки корпуса на стапеле.

Все сказанное подтверждает, что постройка судна с применением сварки практически всегда связана как с общим деформированием корпуса, так и с местными деформациями в секциях и узлах. Поэтому, чтобы построить судно с наименьшими деформациями и напряжениями, необходимо заранее принимать конструктивные и технологические меры, с учетом влияния различных факторов процесса сварки.

### § 77. МЕРЫ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ СЕКЦИОННОЙ И СТАПЕЛЬНОЙ СБОРКЕ И СВАРКЕ

Длительный опыт эксплуатации сварных судов показывает, что корпусные конструкции, несмотря на наличие в них внутренних сварочных напряжений, в целом работают хорошо как при спокойной, так и при ударной нагрузке. Однако в некоторых случаях наличие подобных напряжений недопустимо, поскольку в дальнейшем, при получении дополнительных нагрузок в период эксплуатации, эти напряжения могут вызвать значительные деформации. Поэтому при изготовлении сварных корпусных конструкций необходимо принимать меры, предотвращающие появление деформаций (или значительно уменьшающие их). Практически такие меры принимают уже с момента проектирования и расчета конструкций.

#### Конструктивные мероприятия по уменьшению деформаций

1. При проектировании необходимо всемерно сокращать общее количество сварных швов в конструкции, используя листы больших габаритов и заменяя приварной набор *штампованными гофрированными конструкциями*, компенсирующими жесткость набора (рис. 253).
2. Основное количество сварных швов необходимо располагать *параллельно* тому направлению, в котором нужно иметь наименьшие общие деформации (поскольку продольное укорочение сварного соединения значительно меньше поперечного).
3. Для уменьшения общего изгиба необходимо сварные соединения располагать симметрично относительно осей поперечного и продольного сечений конструкции (рис. 254).
4. Для получения наименьшего продольного и поперечного укорочения сварных швов необходимо при проектировании конструкций назначить сварные соединения с наименьшим объемом наплавленного металла.

При этом следует учитывать некоторые положения, установленные расчетами и подтвержденные практикой, а именно:

- а) в сварных соединениях листов встык количество наплавленного металла и поперечное укорочение шва при X-образной разделке

кромки получаются примерно в два раза меньшими, чем при У-образной разделке;

б) в сварных тавровых соединениях сплошные швы дают меньшее продольное укорочение, чем прерывистые швы той же расчетной прочности, так как катет непрерывного шва значительно меньше, чем катет прерывистого;

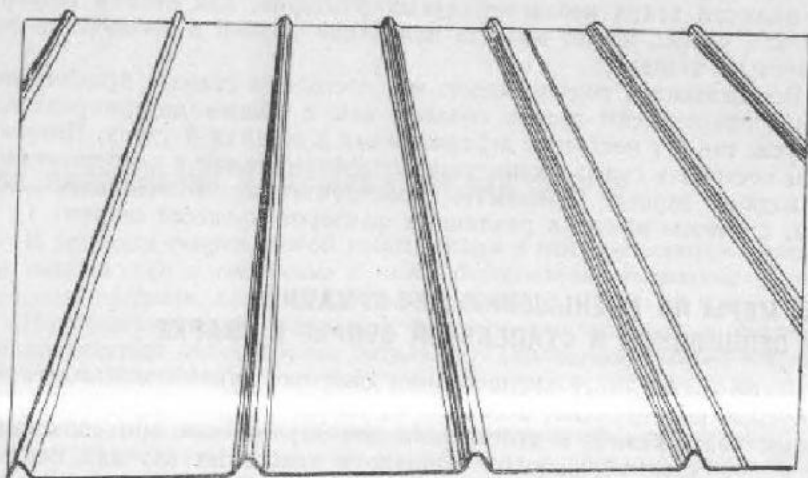


Рис. 253. Переборка с гофрированными ребрами жесткости.

в) в сварных угловых соединениях сплошные двусторонние швы дают меньшие поперечные и продольные укорочения, чем равнопрочные односторонние угловые швы (см. выше);

г) в сварных тавровых соединениях при толщине полотна от 2 до 5 мм целесообразно применять точечные швы, выполняемые полуавтоматической сваркой и обеспечивающие минимальные деформации;

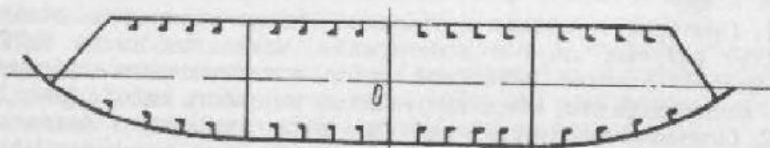


Рис. 254. Симметричное расположение привариваемого набора по отношению к осям поперечного сечения секции.

д) необходимо, по возможности чаще, применять более производительную контактную шовную и точечную сварку, вызывающую значительно меньшие деформации, чем электродуговая сварка.

5. При проектировании корпуса судна необходимо предусматривать такую *разбивку на секции* (и секций на узлы), чтобы при общей сборке секций, а затем корпуса судна объем сварочных работ был наименьшим.

6. Набор секций корпуса судна должен проектироваться с таким расчетом, чтобы можно было применить *раздельный способ сборки* и

*сварки*; это достигается тем, что конструкция пересечения продольного и поперечного наборов позволяет свободно установить набор одного направления на ранее приваренный к полотнищу набор другого направления (рис. 255).

7. При выборе конструкции нужно учитывать, что увеличение толщины полотна уменьшает его деформацию от сварки стыковых швов и приварки набора.

8. Уменьшение деформации полотнищ и значительное сокращение изломов («домиков») по стыкам обшивки может быть достигнуто установкой *временных дополнительных ребер жесткости*, прикрепляемых к обшивке сварными швами минимального калибра.

9. Для уменьшения коробления кромок полотна от приварки набора при проектировании секций нужно располагать поперечный и продольный набор *непрерывно от кромки до кромки*.



Рис. 255. Конструкция набора, обеспечивающая применение раздельного способа сборки и сварки.

10. Для уменьшения стрелки прогиба в районе монтажных стыков наружной обшивки необходимо применять *У-образную разделку кромок листов* с вогнутой стороны корпуса, там, где расположен набор.

11. Для уменьшения величины изломов наружной обшивки по внутрисекционным стыкам и пазам следует применить *Х-образную симметричную разделку кромок листов*.

12. Тонколистовые конструкции судна, например, стенки надстроек, легкие переборки и выгородки, также целесообразнее проектировать со штампованными гофрами, заменяющими ребра жесткости.

13. В угловых монтажных соединениях секций целесообразно применять комингсы с предварительной приваркой их к одной из секций в сборочном цехе; это уменьшает общие сварочные деформации корпуса на стапеле.

14. Для уменьшения деформации флоров во время секционной сборки необходимо при проектировании днищевых секций по возможности *сокращать количество сварных соединений*, выполняемых по продольному набору, и подкреплениям обшивки и внутреннего дна после установки флоров; необходимо также подкреплять полотна флоров горизонтальными ребрами жесткости.

15. При проектировании секций должна быть предусмотрена достаточная жесткость свариваемых конструкций на сжатие от продольного укорочения швов.

#### Технологические мероприятия по уменьшению деформаций

1. Для уменьшения продольного и поперечного укорочения стыковых соединений необходимо максимально использовать автоматическую и полуавтоматическую сварку, дающую наименьшую тепловую энергию. Механизированную сварку однопроводных стыковых швов



следует выполнять электродной проволокой малых диаметров, а ручную сварку — электродами малых диаметров на короткой дуге.

2. В процессе сварки конструкций нельзя допускать излишних усиленных швов, увеличения калибра угловых швов, а также превышения длины прерывистых швов, заданных по чертежу.

3. При выполнении многопроходных швов их продольное и поперечное укорочения уменьшаются; однако при этом значительно увеличивается изгиб листов за счет угловой деформации. В таких слу-

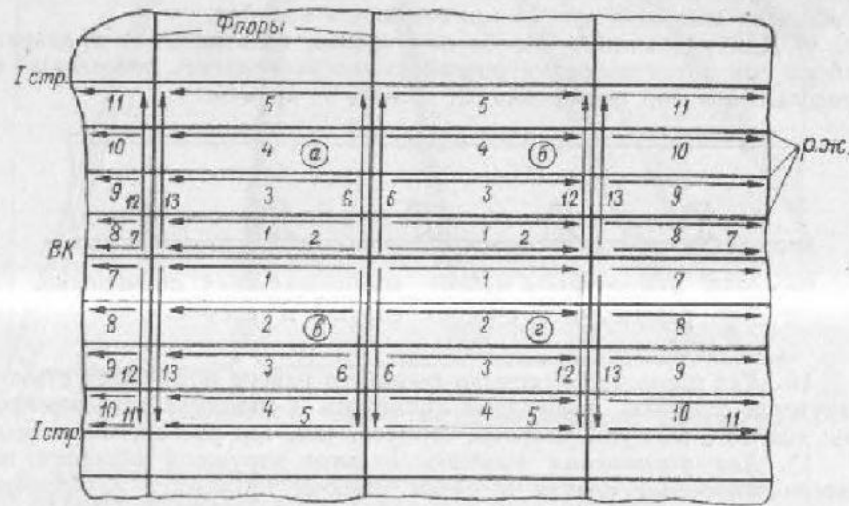


Рис. 256. Схема приварки продольно-поперечного набора к полотнищу секции четырьмя сварщиками — а, б, в, г.

Цифрами показана последовательность выполнения швов каждым сварщиком.

чаях перед наложением последующего шва можно применять проковку заваренного шва пневматическим молотком; последний шов проковке не подлежит.

4. Технологический процесс сборки и сварки конструкций должен предусматривать такую последовательность выполнения работ, чтобы была обеспечена возможность свободного перемещения свариваемых узлов, по возможности без изгиба секции (рис. 256).

5. Для уменьшения общих сварочных деформаций целесообразно собирать секции из отдельных заранее сваренных узлов с максимальным количеством установленных на них деталей насыщения.

6. При многопроходной сварке стыкового Х-образного шва ее необходимо выполнять симметрично с двух сторон, накладывая валики в такой последовательности, чтобы в процессе сварки не появлялись большие угловые деформации.

7. Для уменьшения изломов листов по стыкам изогнутых полотнищ сварку стыков необходимо проводить с вогнутой стороны листов «ниточными» швами (с минимальным поперечным сечением), выполняемыми без перемещений электрода.

8. Изломы в виде «домиков» по концам стыков и пазов полотнищ практически можно устранить установкой по концам соединений выводных планок с приваркой их к кромке листов, плотным поджатием полотнища к сборочному стенду (в особенности в местах стыков и пазов) и повышением скорости сварки (применяя автоматы и полуавтоматы), а также предварительной установкой временных ребер жесткости в этом районе.

9. Для уменьшения деформации полотнища из тонких листов (до 4 мм) перед сваркой стыков и пазов, а затем перед приваркой набора их следует прикреплять по контуру к сборочной плите электроприхватками (рис. 257); после сварки полотнища следует прогладить тяжелым катком и уже после этого срубить прихватки.

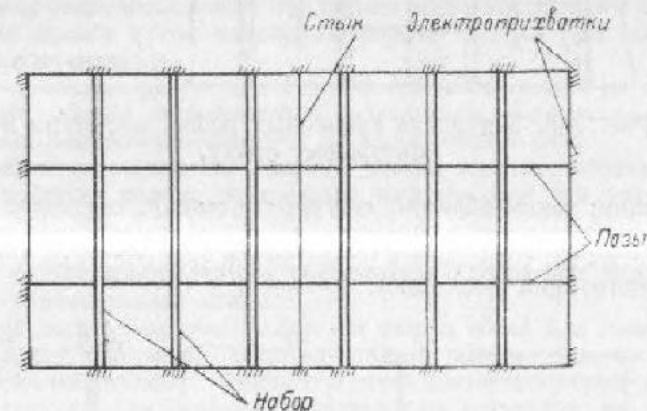


Рис. 257. Схема крепления полотнища к стенду на электроприхватках.

10. Чтобы уменьшить изломы листов по монтажным стыкам, сварку стыков нужно выполнять со стороны набора швами с минимальным поперечным сечением; в тех случаях, когда в конструкции не предусмотрен набор, пересекающий монтажный стык, необходимо перед сваркой поставить на прихватках поперек стыка временные ребра жесткости (рис. 258); такая мера исключит появление «домиков» по стыкам наружной обшивки.

11. Для уменьшения общей деформации конструкции очень важно при сборке соблюдать заданные чертежом зазоры между отдельными деталями и узлами, установленными для сварки; это обеспечивает наименьшие укорочения швов и уменьшает коробление секций.

12. Применение жесткой оснастки (приспособлений, стендов, постелей) для сборки и сварки корпусных конструкций также создает условия для получения наименьших деформаций по окончании процесса изготовления узла и секции.

13. Если временные ребра жесткости, устанавливаемые поперек монтажных стыков, не обеспечивают устранения изломов по наружной обшивке, необходимо с помощью специального приспособления (рис. 259) выгнуть кромки листов в обратную сторону на определенную величину — в зависимости от толщины материала и способа разделки сварного шва. Величина обратного выгиба может быть определена расчетом или установлена приближенно по практическим данным.

14. В отдельных случаях для конструкций, имеющих свободные кромки обшивки, не подкрепленные набором, необходимо при сварке применять распорные домкраты, создающие обратный выгиб полот-

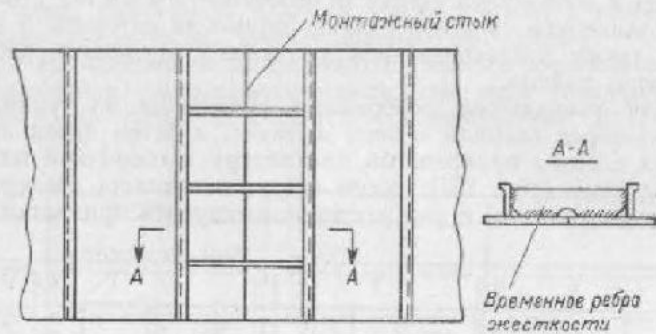


Рис. 258. Установка временных ребер жесткости по монтажному стыку.

нища секции; таким образом, «заужение» секции, связанное с поворотом кромки полотнища от приварки крайнего продольного набора или ребра жесткости, устраняется предварительным обратным упругим изгибом конструкции (рис. 260).

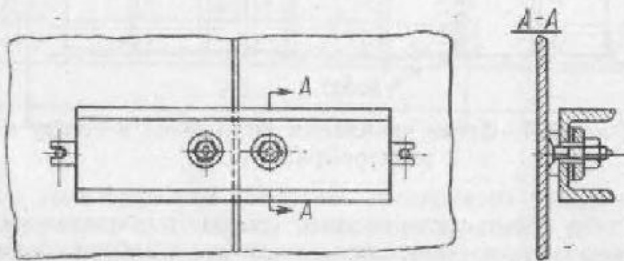


Рис. 259. Приспособление для обратного выгиба кромок обшивки.

В ряде случаев, несмотря на принятые конструктивные и технологические меры по сокращению сварочных деформаций, все же не удастся изготовить конструкции с необходимой точностью. Как пра-

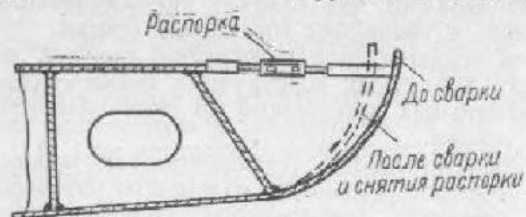


Рис. 260. Обратный выгиб свободного участка обшивки с применением домкрата-распорки.

вило, наибольшие трудности возникают при изготовлении объемных днищевых секций корпуса. Не помогает даже жесткое закрепление их на сборочной оснастке, поскольку при укорочении сварных швов секции возникают огромные усилия, для уравновешивания которых

пришлось бы изготавливать слишком жесткие постели, требующие затраты большого количества металла.

При изготовлении секций принимают меры по компенсации общих сварочных деформаций, накапливающихся в процессе сварки. Компенсировать сварочные деформации — это значит предусмотреть такие увеличения линейных размеров и изменение обводов конструкции, которые обеспечили бы изготовление секции заданной формы и размеров.

Общие сварочные деформации секции, т. е. изменение ее обводов и укорочение от сварки по длине и ширине, могут быть компенсированы увеличением размеров продольных и поперечных связей (набора) на величину укорочения швов и приданием всей конструкции при сборке обратного выгиба путем изменения формы постели (так называемым «развалом» постели).

Уменьшение (в результате сварки) днищевой секции по длине компенсируют обычно определенным удлинением вертикального киля, стрингеров, наружной обшивки и настила второго дна.

Ожидаемое сокращение шпации можно компенсировать увеличением расстояния между поперечным набором при его установке на обшивку, причем это увеличение должно соответствовать величине укорочения обшивки от приварки набора. Уменьшение ширины секции при сварке компенсируют увеличением расстояния между стрингерами и вертикальным килем.

Общий изгиб днищевой секции от сварки вдоль или поперек судна компенсируют обратным выгибом секции путем изменения обводов лекал сборочной постели. Чтобы получить соответствующие изменения обводов постели для создания поперечного «развала», на плазе вычерчивают дополнительные построения на корпусе теоретического чертежа, по которым изготовляют шаблоны; после этого лекала постели подрезают по шаблонам.

Для упрощения плазовых работ построение «развала» выполняют одним или двумя поворотами шаблонов вокруг точек соединения флоров со стрингерами на наружной обшивке (рис. 261).

При применении поперечного «развала» секции изменяют обводы наружной обшивки, размеры и форму деталей поперечного набора; по данным построения на плазе «развала» исправляют копир — щиты с деталями поперечного набора и шаблоны лекал постели.

При установлении продольного «развала» конструкции поперечные сечения постели и самой секции не изменяют; поэтому плазовые построения и работы по исправлению постели значительно упрощаются (рис. 262). Для построения продольного развала вертикальный киль и стрингеры изготовляют с предварительной стрелкой погиби, а величину изгиба набора принимают на 5—8 мм меньше стрелки продольного «развала» постели — в зависимости от высоты и жесткости продольного набора (рис. 263). Это облегчает установку набора в секцию и обеспечивает упругое прижатие набора к наружной обшивке.

Физическая сущность изготовления продольного набора с предварительной стрелкой погиби состоит в том, что растяжение верхних волокон набора уменьшает усадки от приварки его к настилу второго дна.



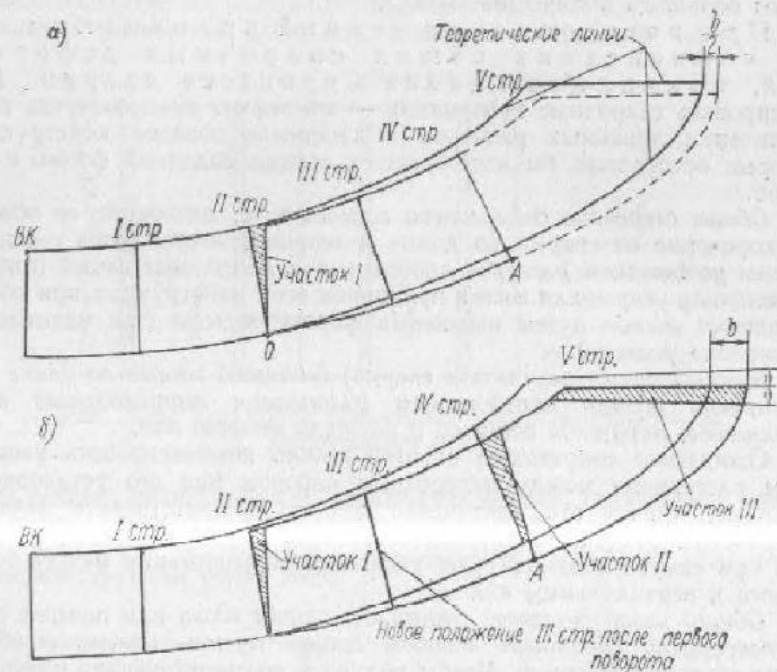


Рис. 261. Построение поперечного развала секции: а — первый поворот вокруг точки О; б — второй поворот вокруг точки А.

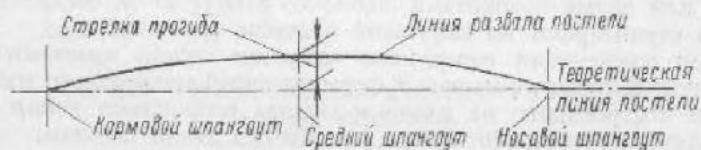


Рис. 262. Схема продольного развала постели.

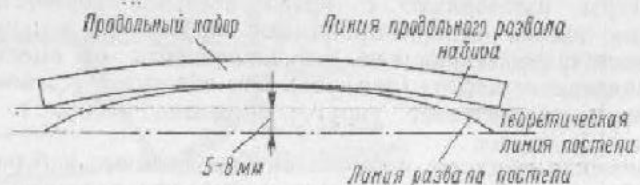


Рис. 263. Схема продольного развала набора секции.

## § 78. ПРАВКА СУДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОСЛЕ СВАРКИ

Правка является средством устранения или уменьшения деформаций, превышающих допустимые, и применяется в тех случаях, когда при проектировании и изготовлении конструкции были допущены неточности.

Методы правки зависят от форм и размеров конструкции, а также степени ее деформации. В судостроении применяют холодную правку на вальцах и прессах, реже — правку с помощью ручных инструментов.

Методом холодной правки в вальцах правят сварные полотна переборок, настилов палуб и платформ и другие плоскостные корпусные конструкции; на станках правят также отдельные узлы двутаврового сечения (на прессах или гибочных станках).

Чаще всего применяют горячую правку конструкций с использованием местных нагревов металла ацетилено-кислородным пламенем. Если узел или секция в результате сварки получили общую деформацию изгиба, то их правку производят нагревом отдельных участков с выпуклой стороны.

Деформации сваренных узлов типа шпангоутов, бимсов, карленгов устраняют путем нагрева поперечных полосок на станках узла в форме треугольника. Число нагреваемых «треугольников» и расстояния между ними определяют в зависимости от величины деформации узла и устанавливают практическим путем в процессе правки. Прямые узлы после правки проверяют по плите, криволинейные узлы — по плазовому шиту или по шаблону.

Для эффективности горячей правки необходимо, чтобы кромки конструкций, подвергающихся правке, были жестко закреплены по контуру; узлы и элементы конструкций, заваренные в секции или в корпусе судна, считаются закрепленными в жестком контуре. К ним относятся флоры, переборки, настилы палуб и платформы, наружная обшивка и другие части корпуса.

Принцип горячей правки таких конструкций сводится к местному нагреву участков металла, расположенных вне зоны сварного соединения. Усадка волокон после остывания позволяет компенсировать получившееся ранее в процессе сварки укорочение металла в зоне сварного шва.

Нагрев металла для горячей правки должен быть быстрым и ограниченным по площади, поэтому необходимо применять достаточно сильные источники тепла. Наиболее эффективным является ацетилено-кислородное пламя, причем оно должно быть нейтральным или с небольшим избытком ацетилена. При нагреве конец ядра пламени следует держать на расстоянии 2—3 мм от листа; это обеспечивает нагрев без оплавления поверхности металла.

Чтобы вызвать усадку металла, температура нагрева должна быть достаточно высокой, но при этом не вызывать перегрева. Таким требованиям отвечает температура нагрева до 800—850° С, соответствующая темно-вишневому цвету каления металла.

Для нагрева металла при правке обычно употребляют ацетилено-кислородные горелки с наконечниками № 3—5.

## § 79. ОБЩИЕ ПРАВИЛА ПРАВКИ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Исправление корпусных конструкций, имеющих деформации, всегда необходимо начинать с правки набора — независимо от того, находится ли конструкция в сборочно-сварочном цехе или на стапеле. При правке набора путем нагрева определенных участков сокращается длина его кромок, приваренных к полотнищу секций; такая усадка вызывает деформацию полотнища, которую, в свою очередь, приходится устранять правкой нагревом.

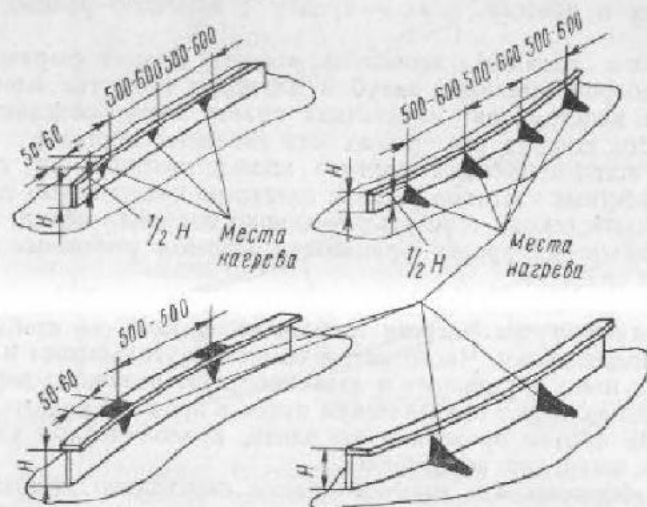


Рис. 264. Правка приваренного ребра жесткости и таврового узла местным нагревом.

Плоскостные и объемные секции, собранные и окончательно заваренные в корпусе судна, правят в определенной последовательности.

В первую очередь необходимо править палубы и платформы, затем примыкающие к ним поперечные и продольные переборки, борта судна и другие вертикальные конструкции.

На палубах и платформах следует начинать правку покоробленных мест с тех бухтин, выпуклость которых направлена вверх, поскольку работу можно выполнять в удобном нижнем положении.

На листовых конструкциях толщиной до 4 мм бухтины, направленные выпуклостью вниз, необходимо выбивать вверх — для облегчения правки (кувалдой или упором). Бухтины на поперечных и продольных переборках выправляют тоже в определенной последовательности — устраняют бухтины, направленные выпуклостью в одну сторону, а затем исправляют оставшиеся бухтины с обратной стороны.

Секции со съемными листами необходимо править до клепки листов — во избежание ослабления заклепок.

Съемные листы перед правкой следует прочно закрепить электроприхватками или болтами через маломерные отверстия.

**Правка набора.** В конструкциях корпуса судна имеется значительное количество сварных тавровых балок, получающих деформации при сварке пояса со стенкой. Узлы набора должны быть обязательно выправлены до сборки секции.

Правку балок набора осуществляют в холодном состоянии на прессах, либо с применением местного нагрева участков стенки набора для получения эффективной усадки металла.

**Тавровый набор и полосульбовые ребра** правят по способу местных нагревов определенных участков в форме «треугольников» — в зависимости от величины и направления деформации (рис. 264).

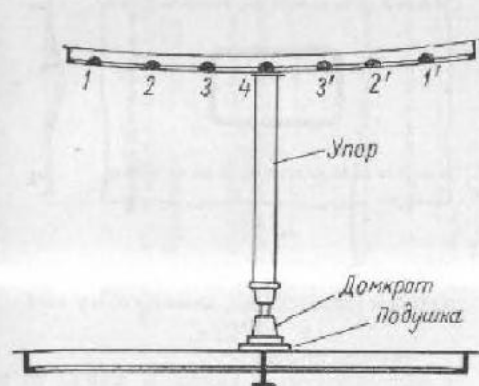


Рис. 265. Правка набора палуб и платформ выжиманием.

Цифрами показана последовательность нагрева участка набора.

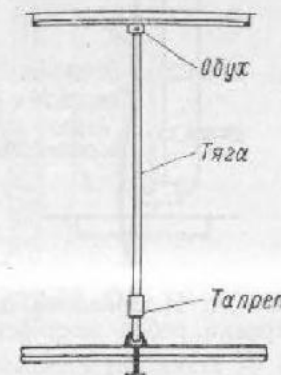


Рис. 266. Правка набора палуб и платформ подтягиванием.

На палубах и платформах, установленных в корпусе судна, деформированный набор следует выправлять посредством упоров с домкратами и тяг с талрепами, предварительно нагревая балки и ребра ацетилено-кислородным пламенем от концов к середине набора (рис. 265, 266).

Если переборки и платформы имеют ребра жесткости длиной не более 3 м, то для их правки рекомендуется применять приспособление, предложенное мастером А. И. Ивановым (рис. 267). Сначала деформированное ребро «выжимают» с помощью приспособления до прямого положения, а затем местными нагревами участков до температуры 600—700°С выправляют ребро за счет усадки металла.

При значительной деформации ребра правка нажимными винтами сопровождается одновременным нагревом отдельных участков.

**Правка обшивки секций.** Обшивку и настилы целесообразно править путем нагрева металла сплошными полосами определенной ширины, назначаемой в зависимости от толщины листов.

### Ширина полос нагрева при правке обшивки и настилов

Толщина листов, мм . . . . .	2	3	4	5	6
Ширина полосы нагрева, мм . . . . .	10—15	15—20	15—20	20—25	25—30



Расположение полос нагрева зависит от формы коробления конструкции. Когда на полотнище между ребрами жесткости появляется только одна бухтина, *нагревание участков выполняют по замкнутому контуру*, располагая полосы по склонам бухтины (рис. 268).

Если на листах, ограниченных ребрами, появилось несколько бухтин

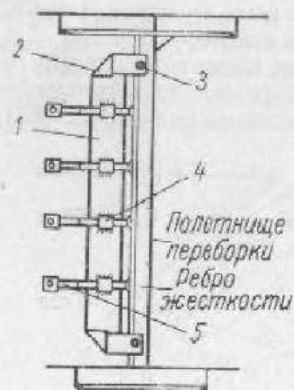


Рис. 267. Приспособление А. И. Иванова для правки ребер жесткости.

1 — балка из швеллера № 20—24; 2 — струбцины; 3 — зажимные винты; 4 — гайки; 5 — нажимные винты.

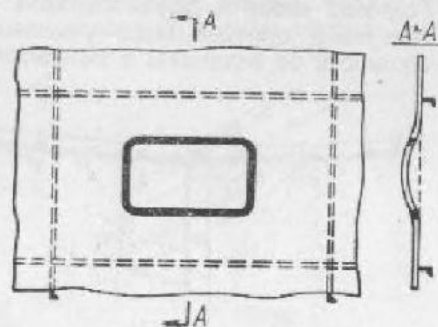


Рис. 268. Правка бухтины нагреванием полосы по замкнутому контуру.

с выпуклостями вверх и вниз, то нагревание полос необходимо проводить по склонам бухтин *несколькими замкнутыми контурами* (рис. 269).

Коробления с большой стрелкой погиби выправляют *поочередным нагревом полос по двум и более контурам*, причем полосы нагрева должны отстоять одна от другой не меньше чем на 80 мм (рис. 270).

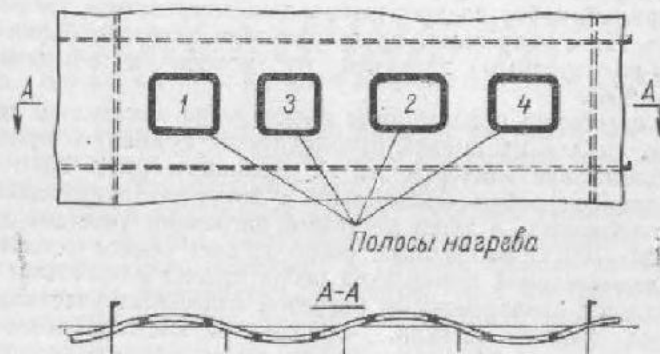


Рис. 269. Правка нескольких бухтин нагреванием полос по замкнутым контурам.

Правку бухтин с небольшой стрелкой погиби можно вести *нагревом двух прямых полос*, расположенных вдоль бухтины, либо *нагревом пятен* в два или более ряда по обеим сторонам бухтины (рис. 271). Размеры пятен и расстояния между ними выбирают по табл. 57.

Рис. 270. Правка бухтин с большой стрелкой погиби.

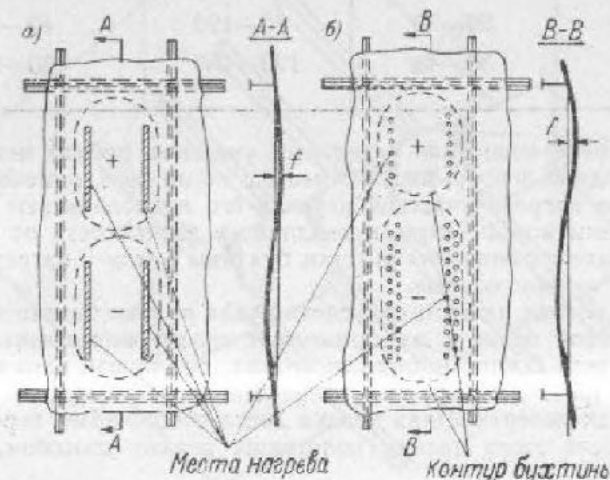
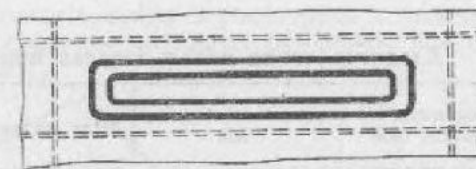


Рис. 271. Правка бухтин с малой стрелкой погиби: а — правка полосами; б — правка нагревом участков (пятен).

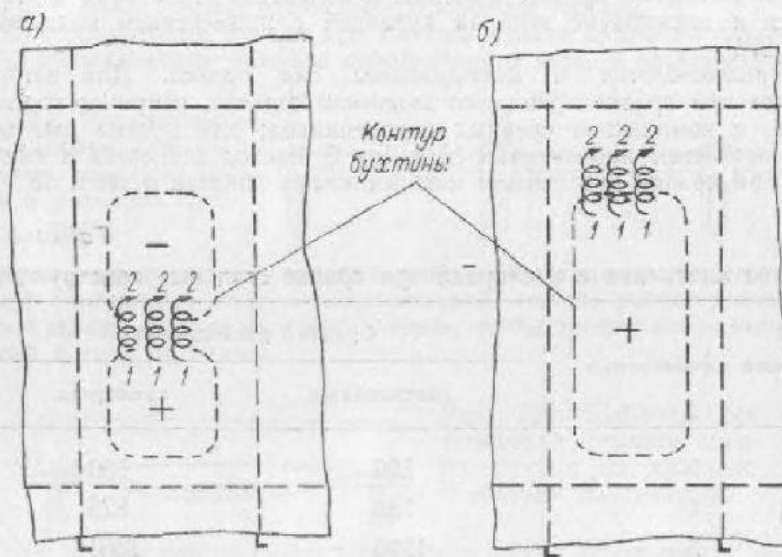


Рис. 272. Способ горячей правки вытягиванием бухтины «на себя»: а — первый этап правки; б — второй этап правки. 1 — начало нагрева металла; 2 — окончание нагревов.

## Характеристика пятен нагрева при правке настилов

Толщина металла, мм	Диаметр пятна, мм	Шаг пятен, мм	Расстояние между рядами пятен, мм
2—3	20—30	80—120	40—60
4—6	30—40	120—180	60—90

При нагреве полос или отдельных участков (пятен) металла горелку необходимо непрерывно перемещать по линиям, намеченным мелом. По мере нагрева участков металла его прокалывают деревянными киянками или легкими кувалдами, в зависимости от толщины листов; вначале «осаживают» участки бухтины рядом с нагретой полосой, а затем и сами полосы.

Иногда, исходя из местных условий, для правки бухтин на полотнищах толщиной более 4 мм применяют способ *вытягивания их «на себя»* — при этом быстро нагревают металл, перемещая пламя горелки по спирали (рис. 272). Важно нагревать только верхние слои металла, так как поверхностная усадка листа обеспечивает перемещение бухтины. После этого правку полотнища делают способом, указанным выше.

Часто секции получают значительные деформации по монтажным стыкам и пазам полотнища; это относится также к комингсам продольных и поперечных переборок, платформ и другим конструкциям. Для правки свободных кромок полотнищ и комингсов используют местный нагрев и осаживание металла кувалдой с применением поддержки (рис. 273).

*Приспособления и инструменты для правки.* Для нагрева металла при правке применяют *сварочные горелки*, например горелку СУ-48, с комплектом сменных наконечников; для правки выгоднее всего применять наконечники № 4, 5 и 6. Расход ацетилена и кислорода при правке различными наконечниками показан в табл. 58.

Таблица 58

## Расход ацетилена и кислорода при правке стальных конструкций

Номер наконечника	Средний расход, л/час	
	ацетилена	кислорода
3	500	550
4	750	825
5	1200	1300
6	1700	1850
7	2500	2750

При правке можно применять также керосинорезы с наконечниками, имеющими большие диаметры выходных отверстий, чем наконечники на газовых горелках.

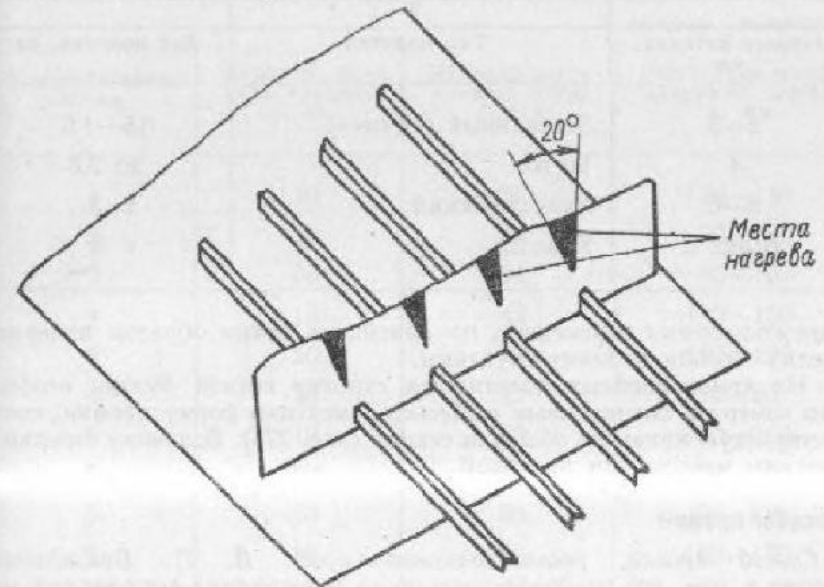
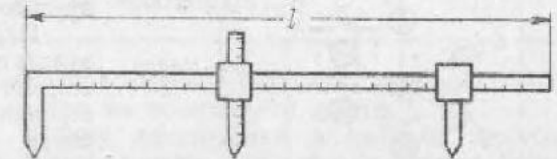


Рис. 273. Правка свободных кромок полотнищ и комингсов.

Для нагрева значительных по площади участков металла употребляют *многожесткие ацетилено-кислородные горелки*.

Для осаживания бухтин при горячей правке применяют *деревянные и металлические молотки* определенного веса, в зависимости от

Рис. 274. Металлическая линейка для измерения стрелки погиби и размеров бухтины.



толщины выправляемого металла (табл. 59). Деревянные молотки обычно обивают по концам металлической лентой; рабочую поверхность кувалды следует наплавлять медью, чтобы предохранить выправляемый металл от вмятин.

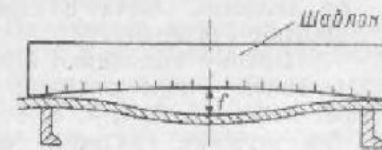


Рис. 275. Шаблоны для измерения стрелки погиби бухтин на криволинейных полотнищах.

При правке деформированного набора можно использовать *винтовые домкраты и сборочные талрепы*.

Измерительным инструментом для определения величины стрелки погиби бухтины и ее размеров на плоских полотнищах служит *металлическая линейка* длиной 1—1,5 м (рис. 274). Одну ножку линейки



## Применение молотков для горячей правки

Толщина выправляемого металла, мм	Тип молотка	Вес молотка, кг
2—3	Деревянный (киянка)	0,5—1,5
4	То же	до 2,5
5—6	Металлический	» 3
Выше 6	Кувалда	» 8

и движок можно перемещать по линейке и таким образом измерять стрелку прогиба и длину бухтины.

На криволинейных полотноцах стрелку прогиба бухтин необходимо измерять специальным шаблоном, имеющим форму кромки, соответствующую кривизне обшивки секции (рис. 275). Величину стрелки  $f$  измеряют метром или линейкой.

## Способы правки

*Способ правки, рекомендованный проф. В. П. Вологдиным, состоит в том, что покоробленные места конструкции выправляют нагревом бухтин пятнами («пятачками»).* Для обеспечения симметричного и равномерного вытягивания бухтины во все стороны пятна располагают по многоугольнику или кругу на определенных расстояниях одно от другого (рис. 276).

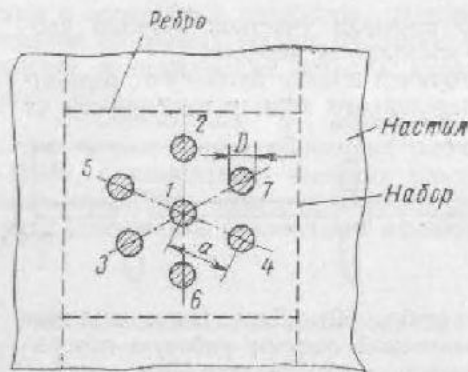


Рис. 276. Правка бухтин нагревом пятен.

Очередность нагрева обозначена цифрами.

Практически хорошие результаты получают при соотношениях толщины листа, стрелки прогиба бухтины, диаметра нагреваемого пятна и расстояния между центрами пятен, приведенных в табл. 60. Как показывают эти соотношения, расстояния между центрами изменяются в зависимости от толщины листа и стрелки прогиба бухтины.

Правку выполняют в определенной последовательности, причем порядок нагрева пятен намечают мелом: 1, 2, 3, 4, 5, 6 и 7. Первым нагревают пятно в центре (на вершине бухтины), затем ведут нагрев остальных пятен в указанном порядке, постепенно приближаясь к краям бухтины.

При остывании нагретые участки металла начинают садиться в плоскости листа. Для повышения эффективности правки производят «подсадку» металла ударами деревянной киянки с выпуклой стороны

## Зависимость характеристик пятен от характеристик листов (по способу проф. В. П. Вологдина)

Толщина листа $\delta$ , мм	Стрелка прогиба бухтины $f$ , мм	Диаметр нагреваемого пятна $D$ , мм	Расстояние между центрами пятен $a$ , мм
3	10	34	120—140
3	20	34	90—110
3	30	34	60—70
4	10	42	140—150
4	20	42	100—120
4	30	42	70—80
5	10	50	150—160
5	20	50	110—120
5	30	50	70—80
6	10	60	160—170
6	20	60	120—130
6	30	60	80—90

Примечание. Диаметр пятен нагрева и расстояние между пятнами определяют по формулам:  
 $D = 8\delta + 10$ ;  $a = D + 150 - 4f$

бухтины, подставляя с обратной стороны стальную поддержку — во избежание образования вмятин на поверхности листов.

Как показал опыт, правку конструкций описанным способом целесообразно применять в тех случаях, когда форма бухтин близка к форме круга.

При деформациях, вызывающих бухтины другой формы, нагревать пятно в указанном порядке нецелесообразно, так как это приведет к ненужному нагреву большой площади листа и лишней затрате труда на правку.

На заводах применяют способы горячей правки, отличающиеся формой и расположением участков нагрева конструкций.

Правка тонколистовых сварных конструкций по методу, предложенному бригадиром судосборщиков А. И. Панковым, отличается тем, что пятна нагрева металла располагают рядами вдоль длинных сторон бухтины (рис. 277). Этот способ следует применять при сборке секций и корпуса судна на стапеле, когда выправляемая конструкция получает жесткое закрепление по всему контуру.

Правку деформированных конструкций, установленных на стапеле, начинают после их приварки к расположенным рядом секциям.

В первую очередь правят набор секций, затем выправляют листы. Покоробленные в момент приварки к листам ребра жесткости выправляют путем нагрева стенки полособульба участками в форме полукруга; когда все участки ребра жесткости нагреты, их проколачивают металлической кувалдой.

Правку деформированных балок таврового сечения выполняют аналогичным способом. Балки нагревают участками в форме треугольников с высотой около  $\frac{1}{3}$  размера стенки (ширина основания при этом равна 50—60 мм, а расстояние между треугольниками 200—250 мм). Затем начинают правку полотнощ секции; на бухтине мелом намечают места нагрева пятен, располагая их параллельно продольной оси бухтины.

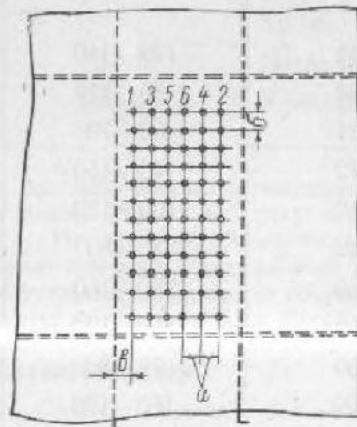


Рис. 277. Правка бухтин по методу А. И. Панкова.

*a* и *b* — расстояния между рядами пятен нагрева; *c* — расстояние от крайнего ряда до ребра жесткости.

Цифрами обозначена последовательность нагрева рядов пятен.

Нагрев участков начинают с тех рядов пятен, которые расположены по краям бухтины, ближе к ребрам жесткости; нагрев ведут ацетилено-кислородными горелками до температуры 600—700° С. Затем нагревают следующие ряды пятен, переходя постепенно к середине бухтины (последовательность нагрева пятен указана на рис. 277).

А. И. Панков рекомендует принимать размер нагреваемых пятен и расстояния между ними в зависимости от толщины металла, в соответствии с табл. 61.

Когда нагрев пятен закончен, необходимо произвести легкое проколачивание нагретых участков листа деревянной киянкой; если бухтины расположены на полотнощах толщиной 5—6 мм, то нагретые пятна осаживают металлической кувалдой. Остывший до 40—50° С металл снова проколачивают легкими ударами киянки — для устранения вмятин, оставшихся на поверхности полотноща.

Как показал опыт некоторых заводов, метод А. И. Панкова не всегда позволяет получить качественно выправленную конструкцию:

Таблица 61

Соотношения элементов при нагреве пятнами (по способу А. И. Панкова)

Толщина листов, мм	Координаты нагреваемых пятен, мм			Диаметр пятен, мм
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	
3—4	40—50	40—50	100—120	20—30
5—6	40—50	40—50	100—120	30—40

на полотнощах толщиной 3—4 мм остаются неровные места, ухудшающие внешний вид конструкции. Однако основным недостатком указанного метода следует считать то, что при правке нагревают всю поверхность бухтины, независимо от ее формы и величины стрелки прогиба; это требует больших затрат труда и значительного расхода кислорода и ацетилена.

Н. М. Беляев и И. А. Коблов применили метод правки сварки тонколистовых конструкций путем нагрева металла полосами в определенных местах. Правку производят после выполнения всех сварочных работ на секции. Линии намечаемого нагрева определяют с учетом стрелки прогиба бухтины, ее формы и расположения относительно набора, подкрепляющего полотноще.

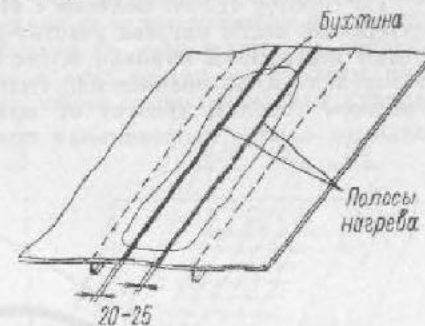


Рис. 278. Правка бухтины полотноща, направленной в одну сторону.

Когда бухтина расположена вдоль набора и имеет выпуклость в одну сторону, участки нагрева намечают в виде прямых полос, направленных параллельно набору и падающих на расстоянии 100—150 мм от него (рис. 278).

Если бухтины расположены относительно ребер жесткости таким образом, что вдоль листа имеется несколько выпуклин и впадин, то

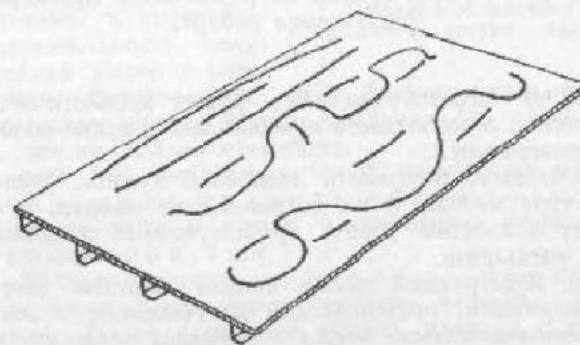


Рис. 279. Правка бухтин, имеющих несколько выпуклин и впадин.

для правки этих мест нагревают участки металла криволинейными полосами различной формы, как показано на рис. 279.

Если в конструкции имеются бухтины в местах пересекающегося набора, то линии нагрева для правки намечают в виде отдельных прямых полос и замкнутых контуров — в зависимости от формы и расположения бухтин; при наличии большой стрелки прогиба листа предусматривают дополнительный нагрев полос также внутри контура (рис. 280).

Металл при правке нагревают ацетилено-кислородной горелкой. Качество правки зависит от правильного выбора температуры нагрева



и ширины нагреваемых полос. Конструкции толщиной 3—5 мм нагревают в местах правки до температуры 600—700°С; при этом ширина полос нагрева принимается равной 4—5-кратной толщине листа (например, на полотноцах толщиной 4 мм нужно нагревать полосы шириной 16—20 мм).

По способу Н. М. Беляева и И. А. Коблова процесс правки ведут непрерывно; после нагрева участка металла полосы сразу же проколачивают деревянной киянкой весом 0,5 кг на расстоянии 300—400 мм от горелки. «Осаживание» нагретых участков металла вслед за перемещением горелки требует от правщика высокой квалификации и большого опыта; неправильная правка, выполняемая сильными уда-

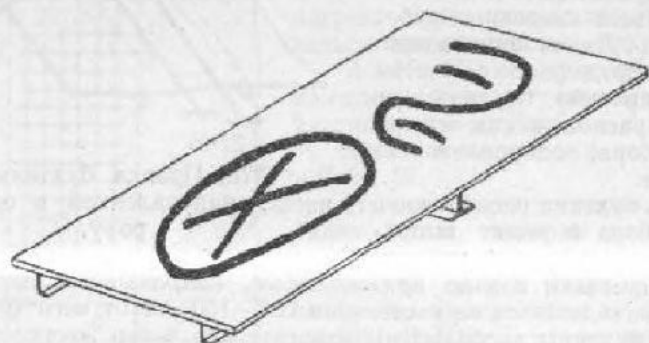


Рис. 280. Правка бухтин нагревом полос при пересекающемся наборе.

рами киянка по нагретому металлу, может привести к появлению вмятин и изломов, в особенности при большой ширине полосы нагрева и высокой температуре.

Если необходимо выправить несколько бухтин, расположенных рядом в контуре набора, то их нагревают не подряд, а через одну; это позволяет полностью убрать промежуточные бухтины или значительно их уменьшить.

На ряде конструкций после правки методом нагрева полос остаются деформации, превышающие допустимые; в этих случаях производят дополнительный нагрев короткими полосами, с размещением их в определенном порядке — в зависимости от формы и величины остаточной бухтины.

Правка по методу Н. М. Беляева и И. А. Коблова позволяет значительно уменьшить величину участков нагрева металла (около 10—15% площади бухтины), что значительно снижает расход ацетилена.

Метод правки, предложенный В. А. Колпаковым, заключается в том, что деформированные участки нагревают сплошными полосами и пятнами, чередуя их в определенной последовательности.

При этом характерными являются следующие приемы правки некоторых типов конструкций корпуса судна.

При правке настилов палуб из листов толщиной 4, 5 и 8 мм, имеющих бухтины, расположенные между балками поперечного набора, сначала выправляют более толстые

листы (8 мм) нагревом деформированных участков сплошными полосами шириной 35—40 мм; полосы нагрева располагают между ребрами набора поперек судна и нагревают только те бухтины, которые обращены выпуклостью вверх.

За счет правки выпуклых бухтин полностью выправляются или значительно уменьшаются бухтины, расположенные рядом и имеющие впадины; расположение мест нагреваемых полос показано на рис. 281. Если стрелка прогиба вогнутых бухтин не уменьшается до допустимой величины, то полотно палубы в этих местах выправляют путем нагрева металла пятнами с последующим проколачиванием кувалдой снизу.

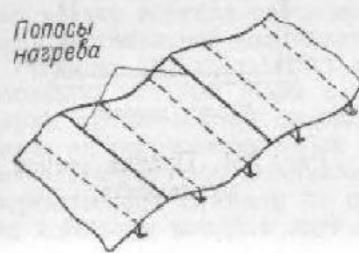


Рис. 281. Правка бухтин между ребрами жесткости.

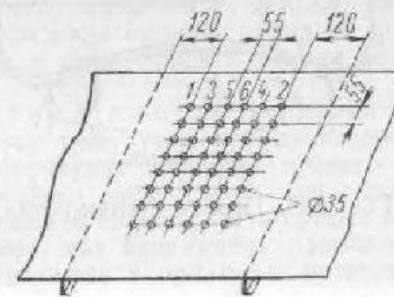


Рис. 282. Расположение полос нагрева при правке бухтин палубы по методу В. А. Колпакова.

Пятна между набором нагревают рядами, в определенной последовательности, начиная с крайних рядов и переходя к середине бухтины (рис. 282). Диаметр пятен нагрева 35 мм, расстояние между рядами 55 мм; крайние ряды пятен располагают не ближе, чем на 120 мм от набора.

Цифрами обозначена последовательность нагрева рядов пятен.

После того как выправлены листы полотноца палубы толщиной 8 мм, начинают править листы толщиной 5 мм, применяя нагрев полос и пятен; в последнюю очередь правят листы толщиной 4 мм.

В. А. Колпаков правит полотноца переборки, нагревая деформированные участки пятнами, размещенными вдоль бухтины. Пятна нагревают рядами, начиная с краев бухтины и постепенно переходя к ее середине.

При деформациях полотноца переборки, стрелка прогиба которых не превышает 5 мм, правку осуществляют путем нагрева сплошной полосы вдоль бухтины, после чего металл «осаживают» ударами кувалды, одновременно подставляя поддержку с обратной стороны.

Правку конструкций, имеющих вырезы для дверей, окон и иллюминаторов по методу Колпакова начинают с правки полотноца, нагревая их полосами и пятнами. При этом около вырезов в большинстве случаев появляются гофры, которые правят посредством нагрева по периметру отверстия участков металла в форме треугольников.

Для правки кромок листов около вырезов под иллюминаторы применяют металлическое кольцо, выточенное по заданному размеру (внутренний диаметр кольца равен диаметру

выреза под иллюминатор). При помощи кольца выявляют места покоробленных кромок отверстий, намечают их мелом и правят, нагревая металл большими пятками. Нагретый металл «осаживают» ударами кувалды, проверяя результаты правки прикладыванием металлического кольца.

Правка конструкций по методу Отокара Влаха (Чехословакия) заключается в нагреве сплошных полос на выпуклой поверхности

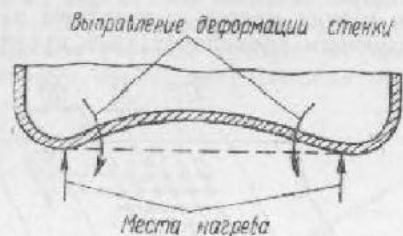


Рис. 283. Правка стенки котла.

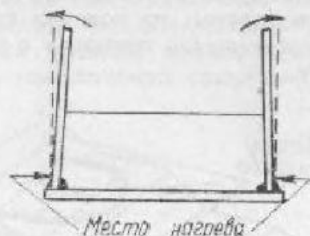


Рис. 284. Правка стенок фундамента.

деформированного листа или в зоне около сварного шва, создающих напряжения растяжения при охлаждении нагретых участков металла, которые при этом сжимаются.

Правка указанным методом дает хорошие результаты для конструкций, состоящих из толстых листов (более 8 мм). Температуру нагрева назначают в зависимости от толщины металла и величины

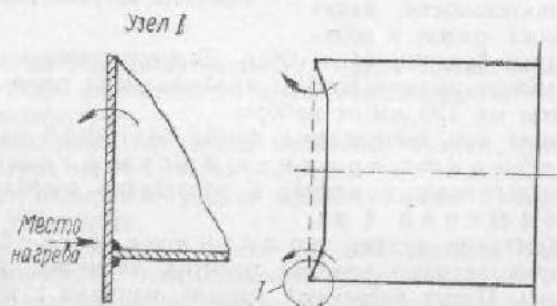


Рис. 285. Правка кольцевого листа резервуара.

деформации листа. Для правки толстолистовых конструкций с незначительной деформацией достаточно нагревать полосы до 300—400° С; при больших деформациях — до 600—800° С. Выправляемый металл должен охлаждаться под воздействием окружающего воздуха; искусственно ускорять процесс остывания не следует.

Правильный выбор температуры и степени нагрева металла для правки во многом зависит от опыта правщика.

Ниже приводятся примеры правки конструкций по методу Отокара Влаха.

Правка стенки котла, получившего деформацию после сварки стыковых швов корпуса, показана на рис. 283. Стенка имеет прогиб внутрь. Нагревание поверхности металла снаружи (как показано на рисунке) позволяет изменить напряжения и вызванные ими деформации. При остывании нагретых участков листа значительно снижаются первоначальные напряжения, в результате чего в верхних наружных слоях металла возникают напряжения растяжения, которые и выправляют стенку котла.

На рис. 284 показано сечение фундамента, стенки которого свело внутрь после сварки угловых швов. Для устранения такой деформации стенки фундамента нагревают по линиям, расположенным вдоль сварных швов. Охлаждение нагретых участков вызывает усадку верхних слоев металла и вновь придает стенкам фундамента вертикальное положение.

На рис. 285 показан кольцевой лист, приваренный двусторонним угловым швом к корпусу резервуара и получивший от сварки прогиб внутрь сосуда. Деформацию устраняют нагревом металла по окружности рядом со сварным швом с наружной стороны листа. Нагрев полосы металла с внешней стороны листа создает в непосредственной близости от сварного шва напряжения растяжения, под действием которых лист выправляется и принимает правильное положение.

По методу Отокара Влаха можно править только те участки металла, которые закреплены в конструкции и при охлаждении после нагрева обеспечивают возможность возникновения остаточных напряжений, вызывающих исправление деформаций.



Технические характеристики универсальных пневматических молотков

Модель молотка	Назначение	Полная длина, мм	Полный вес, кг	Число ударов в минуту	Расход сжатого воздуха, л/мин
PM-1	Легкая чеканка	300	4,8	2400	0,5—0,6
PM-2	Средняя чеканка, легкая обрубка	353	5,2	1800	0,5—0,6
PM-3	Тяжелая чеканка, средняя обрубка	377	5,7	1500	0,5—0,6
PM-4	Средняя обрубка, клепка горячих заклепок диаметром до 8 мм	417	6,2	1200	0,5—0,6
PM-5	Тяжелая обрубка, клепка горячих заклепок диаметром до 12 мм	447	6,5	1000	0,5—0,6
P-3	Тяжелая обрубка, клепка горячих заклепок диаметром до 14 мм	400	5,8	1000	0,8

§ 80. РУБКА В КОРПУСОСТРОЕНИИ

Пневматическая рубка применяется в корпусостроении для удаления припусков по стыкуемым кромкам, подгонки деталей и конструкций, подрубки корня шва и т. д. Ширина пневматической рубки углеродистых и легированных корпусных сталей с пределом текучести до 45 кг/мм<sup>2</sup> — 10—12 мм, глубина — 3—5 мм.

Виды рубочных работ:

а) обрубка кромок деталей под прямым углом (при соединении деталей встык в случае притыкания их к литым и кованным конструкциям корпуса, например штевням);

б) разборка конструкции с целью удаления какой-либо ее части;

в) зачистка кромок деталей после газовой резки;

г) вырубка корня сварных швов;

д) вырубка дефектных участков сварных швов;

е) зачистка сварных швов после сварки.

Качество рубочных работ оказывает большое влияние на всю корпусную конструкцию. При рубке необходимо добиваться:

равномерности зазора между стыкуемыми под сварку деталями.

В этих целях обрубку кромок следует вести строго по середине керна так, чтобы половина керна оставалась на детали;

соблюдения заданного угла разделки кромок под сварку;

отсутствия надрывов и зарубок на обрубленной кромке.

В зависимости от характера работы подбирают пневматические молотки и рубочные инструменты.

В табл. 62 приведены технические характеристики пневматических универсальных молотков типа РМ. Ось молотка при работе устанавливают под углом к обрабатываемой поверхности таким образом, чтобы рубочный инструмент углублялся в металл и одновременно продвигался вперед.

Рубку ведут прямым и кривым зубилами, крейцмейселем, либо другим инструментом (рис. 286), в зависимости от характера работы. При обрубке кромок стали, в зависимости от толщины металла, необходимо применять различное число проходов зубилом (табл. 63).

Для работы пневматическими молотками и другими инструментами, действующими сжатым воздухом, требуется подача воздуха под давлением 5 атм. Такое давление в заводских магистралях создают при помощи стационарных компрессоров. Если пневматические работы ведут вдали от магистралей, то сжатым воздухом пользуются от передвижных компрессоров или баллонов; в последнем случае на бал-

Таблица 63

Число проходов зубилом при обрубке кромок

Толщина стали, мм	Величина припуска, мм					
	до 3	до 6	до 9	до 12	до 15	до 18
Число проходов зубилом						
2—4	1	1	1	1	1	1
5—7	1	1	1	1	1	1
8—10	1	1	1	1	1	2
11—13	1	1	1	1	1	2
14—16	1	1	1	2	2	3
17—19	1	1	2	2	2	3
20—22	1	1	2	2	2	3
23—25	1	1	2	3	3	4
26—28	1	2	2	3	3	4
29—31	1	2	2	3	3	4

лонах устанавливают редукторы для понижения давления воздуха в баллонах до рабочего.

Для подвода воздуха от магистрали к инструменту используют резиновые шланги диаметром 13; 16; 19 или 25 мм — в зависимости

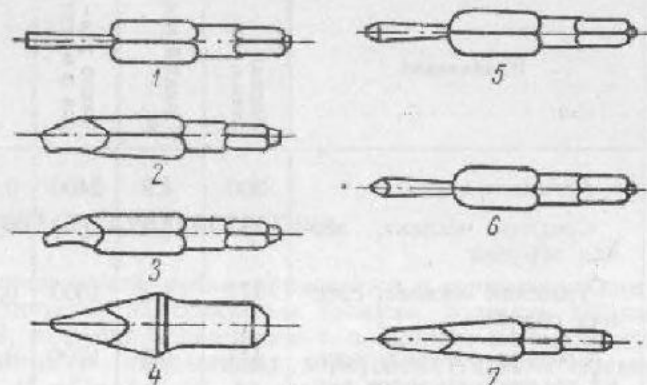


Рис. 286. Типы ручных инструментов.

1 — пробойник; 2 — зубило прямое; 3 — зубило кривое; 4 — зубило широкое; 5 — крейцмейсель; 6 — крейцмейсель для фасок под сварку; 7 — насечка.

от типа и мощности инструмента. Отдельные куски шлангов соединяют резьбовыми ниппелями и соединительными муфтами или двусторонними ниппелями (рис. 287). Ниппели вставляют в концы шлангов и поверх резины проволокой плотно прижимают резину к ниппелям.

Еще быстрее можно соединить шланги втулками с газовой резьбой или завершенным хвостом, которые используют для присоединения шлангов к воздушному крану магистрали. Перед включением к пневматическому инструменту шланги следует пропустить, чтобы удалить влагу и грязь.



Рис. 287. Двусторонний ниппель.

## § 81. КЛЕПКА СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Клепку в корпусостроение применяют для соединений стрингерных угольников и барьерных пазов крупных судов, а также для соединений тонколистовых корпусных конструкций из стали и алюминиевых сплавов.

Как правило, клепку следует производить после окончания сварочных работ в районе клепаных швов, чтобы не нарушить их прочности и плотности.

Допускается приваривать отдельные детали после клепки на расстоянии не менее 1 м от клепаного соединения, и наоборот, производить клепку отдельных деталей в незаваренной полностью секции при условии, что в районе приклепываемых деталей на расстоянии 1 м выполнена сварка.

Технология выполнения заклепочных соединений включает:

сверление, развертку и зенковку отверстий;  
сборку под клепку;  
собственно клепку;  
чеканку заклепочных швов.

Перед началом сверления соединяемые детали следует плотно подогнать (прижать) одну к другой при помощи сборочных болтов, струбцины или временных контрольных заклепок. Диаметр сборочных болтов должен быть равным ~0,8 диаметра отверстия.

Места отверстий размечают по шаблону или при помощи стальной линейки и чертилки. После разметки места отверстий фиксируют с помощью кернера.

Отверстия под заклепки выполняют сверлением или пробивкой, причем чаще сверлением, так как при пробивке на прессах по периметру отверстия возможно появление радиальных трещин. При сверлении используют кондукторы или шаблоны, через которые сверлят детали либо направляющие отверстия одной из детали, по которым сверлят отверстия в другой детали.

### Зависимость диаметра заклепок от толщины соединяемых листов

Толщина листов, мм . . . . .	5,0—6,5	7,0—9,0	9,15—12,5	13,0—18,5
Диаметр заклепки, мм . . . . .	13	16	19	22
Толщина листов, мм . . . . .	19,0—24,0	24,5—28,0	28,5—31,0	31,5—34,0
Диаметр заклепки, мм . . . . .	25	28	31	34

Клепку заклепок диаметром до 10 мм выполняют в холодном состоянии, а свыше 10 мм — в горячем. Заклепки нагревают в переносных коксовых или электрогорнах. Склепываемые листы предварительно плотно скрепляют сборочными болтами, которые ставят через четыре-пять отверстий; болты снимают после постановки заклепок в соседние отверстия.

### Соотношения между диаметрами отверстий и заклепок (при горячей клепке)

Диаметр заклепки, мм	5	6	7	8	10	13	16
Диаметр отверстия, мм	5,5	6,5	7,5	8,5	11	14	17
Диаметр заклепки, мм	19		22	25	28	31	34
Диаметр отверстия, мм	21		24	27	30	33	36

Клепку на судах выполняют обычно двое работающих, причем один из них (или оба) работает пневматическим молотком. Поддержка в процессе клепки должна быть плотно прижата к головке заклепки; удары наносят клепальным молотком по торцу стержня заклепки, оживив головку.

При клепке необходимо правильно выбрать клепальный молоток в зависимости от диаметра заклепок и технических характеристик молотков. Работа молотком недостаточной мощности приводит к тому, что образование головки происходит медленно и в ней появляются трещины; они могут возникнуть также и при работе молотком повышенной мощности.



В табл. 64 приведены технические характеристики пневматических клепальных молотков типа КЕ, используемых для выполнения клепанных швов в корпусе судна. Для постановки стальных заклепок диаметром до 5 мм рекомендуется малогабаритный молоток МКП-6 (рис. 288).\*

Назначение чеканки — обеспечить плотность заклепочных соединений при толщине стали более 4 мм. Чеканке подлежат кромки ли-



Рис. 288. Малогабаритный клепальный молоток МКП-6.

стов, иногда — головки заклепок. Чекан — это вставляемый в пневматический молоток специальный инструмент, с помощью которого «осаживают» часть металла вдоль кромок и вокруг заклепочных головок, обеспечивая непроницаемое соединение.

Таблица 64

Основные технические характеристики клепальных молотков типа КЕ

Характеристики	Модели молотков				
	КЕ-16	КЕ-19	КЕ-22	КЕ-28	КЕ-32
Наибольший диаметр стальной заклепки, мм	16	19	22	28	32
Работа удара, кг·м	2,0	2,5	3,3	4,1	5,4
Число ударов в минуту	1900	1500	1100	950	800
Длина без рабочего накопечника, мм	309	361	411	461	511
Диаметр шланга в сечении, мм	16	16	16	16	16
Вес, кг	8,0	9,0	9,5	11,0	12,0

\* В этом разделе приводятся только клепальные молотки. О других пневматических инструментах см. в разделе седьмом.

Непроницаемость соединений в ряде случаев можно обеспечить более частой постановкой заклепок и более плотным прижатием склепываемых деталей; однако оставшиеся местные неплотности (просветы), обнаруживаемые при испытаниях конструкции на непроницаемость, могут быть устранены только чеканкой.

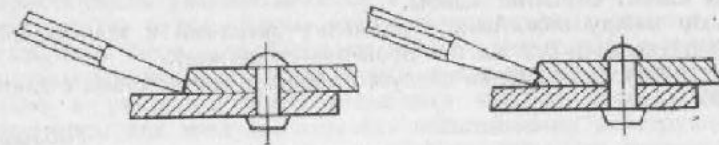


Рис. 289. Чеканка кромок соединяемых листов.

На рис. 289 показана работа чеканом, имеющим острые рабочие кромки, а на рис. 290 — чеканка заклепочных головок. При чеканке кромки листа сильными ударами молотка сначала «осаживают» мате-

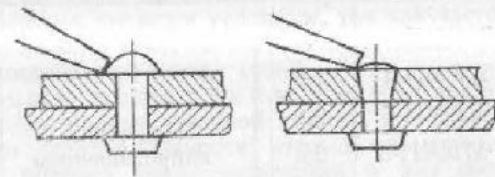


Рис. 290. Чеканка заклепочных головок.

риал по кромке, затем поворачивают чекан и «подбирают» весь материал в нижней части листа. При чеканке заклепочных головок пользуются чеканками с закругленной поверхностью бойка, уплотняя головку по ее окружности.

## § 82. КЛЕПКА КОНСТРУКЦИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Особенности клепки определяются условиями соединения различных материалов, чаще всего соединением алюминиевых деталей со стальными (например, при установке легких алюминиевых переборок и выгородок на стальные комингсы). В этих случаях нужно правильно выбрать материал заклепок: он должен быть таким же, как материал покрываемой детали со стороны действия агрессивной коррозионной среды. Так, если при клепке алюминиевой наружной переборки надстройки со стальным комингсом палубы покрывающим снаружи окажется комингс, то применить следует стальные заклепки.

Для заклепок из алюминиевых сплавов применяют: до 10 мм — сплав АМГ5П; свыше 10 мм — сплав АМГ5.

Для стальных заклепок: до 8 мм — Ст.2; свыше 8 мм — Ст.3.

Сверление отверстий можно производить по разметке, по шаблонам, в кондукторах, а также через отверстия в одной из деталей (стальной).

После сверления соприкасающиеся поверхности тщательно очищают от грязи, стружки, заусенцев и затем либо ставят изолирующие прокладки, либо покрывают эти поверхности грунтом.

Для обжатия склеиваемых деталей служат сборочные болты, которые ставят через каждые два отверстия; для предохранения поверхности алюминиевых деталей от повреждений под головки болтов и гайки ставят стальные шайбы.

Зазор между обжатыми под клепку деталями и прокладкой не должен превышать 0,2 мм (он проверяется щупом).

Инструмент для клепки следует выбрать в соответствии с данными табл. 65.

Таблица 65

Инструмент для клепки

Диаметр заклепки, мм		Клепальный молоток		Поддержка	
Алюминиевой	Стальной	Марка	Вес, кг	Марка	Вес, кг
3	3	56КМП-3	1,1	Поддержка с виброгашением	1
4	3,5	57КМП-4	1,6		2
5	4	57КМП-5	2,1		3
6	5	57КМП-6	2,6		4
8	6	57КМ-8	7,8		6,6
10	8	57КМ-10	9,9		9,6
13	10—16	КЕ-16	8	П-80 или ПТ-80	10,8 или 6,2
16	19—22	КЕ-22	9,5		
19	25—28	КЕ-28	11		
22	31	КЕ-32	12	Специальный домкрат	

Непосредственно перед клепкой заклепки следует *загрунтовать* (для повышения коррозионной стойкости соединений) простым погружением в грунт.

Клепку производят *через два отверстия на треть*, последовательно вынимая сборочные болты, причем при клепке конструкций из алюминиевого сплава и стали замыкающую головку заклепки нужно, как правило, формировать со стороны стальной детали.

По окончании клепки заклепочное соединение испытывают на плотность и устраняют обнаруженные дефекты; затем деталь или конструкцию покрывают грунтом под окраску.

### § 83. ИСПЫТАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА НА НЕПРОНИЦАЕМОСТЬ

Металлические корпуса судов всех классов и назначений испытывают на непроницаемость и герметичность в соответствии с ГОСТ 3285—65.

Под термином «непроницаемость» понимают способность корпусных конструкций, оборудования, дельных вещей и устройств не пропускать воду или какую-либо другую жидкость.

Под термином «герметичность» понимается способность этих же конструкций не пропускать газообразные вещества.

Схемы (чертежи) испытаний корпусов судов на непроницаемость и герметичность разрабатываются в конструкторском бюро для каждого проекта судна. Кроме схемы непроницаемых отсеков, в конструкторском бюро разрабатывают таблицу испытаний, в которой перечислены все непроницаемые отсеки и помещения в корпусе и надстройке и указаны: способ испытания каждого отсека, величина напора воды или воздуха, перечень испытываемых конструкций.

По характеру, назначению и последовательности проведения все испытания можно разделить на предварительные, основные и контрольные.

Предварительные испытания на непроницаемость проводят в сборочно-сварочном цехе с целью проверить внутрисекционные соединения корпусных конструкций; при этом стремятся выполнить эту проверку в максимальном объеме, чтобы не повторять тех же работ на стапеле. В этом смысле термин «предварительные» испытания является условным, так как часто секции и блоки секций, испытанные в цехе, на стапеле испытывают уже только по их монтажным соединениям между собой.

Основные испытания на непроницаемость проводят в цехе предварительной сборки, на стапеле и на плаву для проверки непроницаемости отсеков, помещений и отдельных конструкций корпуса после окончания в них сборочно-сварочных работ в соответствии со всеми чертежами, формирующими данное помещение.

В зависимости от условий эксплуатации все помещения и конструкции корпуса разделяются на две группы:

1. Отсеки и цистерны, в которых при эксплуатации судна временно или постоянно будет находиться жидкость (топливные, балластные и т. д.), а также форпик, ахтерпик, книгстонные ящики, пустотельные рули, направляющие насадки.

2. Все прочие отсеки и помещения судна, которые по условиям эксплуатации должны быть непроницаемы.

Помещения *первой группы* испытывают: на головных судах — наливом воды под напором; на серийных судах — надувом воздуха или наливом воды под напором.

Помещения *второй группы* испытывают: наливом воды без напора; смачиванием керосином; обдувом струей сжатого воздуха; поливанием струей воды под напором либо — рассеянной струей воды. При этом испытания смачиванием керосином можно применять только для сварных соединений (за исключением соединений внакрой), а испытания обдувом струей сжатого воздуха рекомендуются для проверки плотности заклепочных, болтовых и других соединений в конструкциях, расположенных внутри корпуса или надстроек судна.

Контрольным испытаниям на непроницаемость подвергаются только отсеки и цистерны первой группы — для окончательной проверки их непроницаемости после полного завершения в них всех монтажных работ. Во время контрольных испытаний надувом воздуха выявляются неплотности, возникающие при монтаже судовых систем, электрокабелей, приводов и т. п.



Последовательность работ при испытаниях на непроницаемость корпусных конструкций:

1. Предварительные испытания на непроницаемость удобнее проводить в сборочно-сварочном цехе, так как исправление дефектов сварки секций при нижнем их положении связано с меньшими затратами труда и рабочего времени, чем при проверке на стапеле.

2. После окончания всех сборочно-сварочных работ по данной секции или блоку секций (включая установку деталей насыщения) поверхности контролируемых сварных швов очищают от грязи, влаги и жировых пятен. Затем швы с одной стороны (с той, которая более доступна для осмотра и устранения дефектов) обмазывают меловым раствором, а с другой — обильно смачивают керосином, так чтобы в течение испытаний тонкий слой керосина сохранялся на поверхности шва. Время выдержки швов под действием керосина определяют по табл. 66.

Таблица 66

Время выдержки сварных швов под действием керосина

Толщина листов в месте шва, мм	Положение шва	
	Нижнее	Вертикальное или горизонтальное
До 6	40	60
От 6 до 25	60	90
Свыше 25	90	120

3. При обнаружении в сварных швах неплотностей шов в районе дефектных участков вырубает, затем соединение вновь заваривают и подвергают повторному испытанию на непроницаемость.

При испытаниях с применением керосина необходимо строго соблюдать правила пожарной безопасности: в районах испытаний нельзя одновременно вести работы с открытым огнем (электросварку, газовую резку), а также механическую обработку металла, способную вызвать искру.

Испытания отсеков корпуса наливом водой под напором проводят на стапеле или в цехе (при блочной постройке судов). На построечном месте должны быть испытаны на непроницаемость все конструкции, которые обеспечивают неплотность судна при спуске его на воду (наружная обшивка, переборки, палуба), а также те отсеки, которые при нахождении судна на плаву окажутся недоступными для осмотра и устранения выявленных дефектов.

4. К испытаниям на непроницаемость приступают после окончания всех сборочно-сварочных и монтажных работ в объеме корпусных чертежей и совмещенных чертежей насыщения. До проведения испытаний сварные швы и места присоединения узлов и деталей насыщения не следует закрашивать; все соединения должны быть очищены от грязи и окалины, а ранее приваренные к испытываемым конструкциям временные крепления — удалены.

5. Перед испытанием отсеков по всему контуру испытываемого помещения устанавливают леса и трапы, необходимые для осмотра непроницаемых соединений и исправления обнаруженных дефектов; проверяют наличие отверстий под напорные трубы и для выхода воздуха в крыше испытываемого отсека, а также для слива воды в нижней части отсека.

Все двери, люки, горловины и другие отверстия по непроницаемому контуру должны быть задрены или заглушены; все отверстия на переборках и выгородках внутри непроницаемого контура должны быть открыты. Водонепроницаемые дырки и крышки люков и горловин испытывают вместе с отсеками, так же как и арматуру вместе с фланцевыми соединениями.

В ряде случаев корпус судна перед наливом воды в отсеке должен быть подкреплен; для этого под днищем устанавливают дополнительные клетки и упоры согласно расчету.

Напор воды при испытаниях зависит от давления, которое будут испытывать судовые конструкции при эксплуатации (определяется по ГОСТ 3285—65). Продолжительность испытаний — не менее 1 часа, т. е. времени, необходимого для осмотра отсека. Отсек считают непроницаемым, если при осмотре испытываемых конструкций не обнаруживается просачивания воды в виде струй или капель.

Испытания надувом воздуха (на давление 0,2—0,3 атм) аналогичны гидравлическим испытаниям; в этом случае давление воздуха в отсеке измеряется с помощью пружинных манометров; во избежание превышения допустимого давления воздуха в отсеке устанавливают предохранительные клапаны.

Для обнаружения неплотностей сварные швы и другие испытываемые соединения обмазывают мыльным раствором со стороны, подлежащей осмотру; отсек считается непроницаемым, если по наружному контуру его не наблюдается воздушных пузырьков.

## РАЗДЕЛ ОДИННАДЦАТЫЙ. КРАНОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ ОПЕРАЦИИ

### § 84. КРАНЫ КОРПУСНЫХ ЦЕХОВ

Краны различных типов и назначений являются основными средствами для установки и перемещения деталей, конструкций и корпуса судна.

Наиболее важными техническими характеристиками кранов являются:

- грузоподъемность;
- пролет, или расстояние между опорами;
- вылет и высота подъема груза;
- скорость подъема груза и перемещения его в горизонтальном направлении;
- мощность двигателей.

На открытых площадках (складах стали, горизонтальных построечных местах, сухих доках) широко распространены *козловые краны* различной грузоподъемности.

На рис. 291 показан двухконсольный козловый кран грузоподъемностью 10 т (наличие консолей увеличивает обслуживаемую площадь), используемый на складах стали, а на рис. 292 — козловый кран грузоподъемностью 300 т для транспортировки конструкций из сборочно-сварочного цеха (крыша которого открывается) до места установки их на стапеле. Длина фермы этого крана 108 м; высота фермы 8,5 м. По верхней полке фермы движется главная подъемная тележка с двумя гаками грузоподъемностью по 150 т каждый; кабина тележки расположена на высоте 70 м над рельсами подкранового пути. Расстояние между подкрановыми путями — 86,5 м.

В сборочно-сварочных цехах и на закрытых участках по изготовлению узлов и секций корпуса применяют *мостовые краны, тельферы и погрузчики*.

Мостовые краны конструктивно похожи на козловые; разница лишь в том, что у них верхний мост с грузовой тележкой опирается непосредственно на катки, которые перемещаются по рельсам, уложенным на колоннах вдоль пролета цеха. Грузоподъемность мостовых кранов соответствует максимальному весу изготавливаемых в данном пролете конструкций, а вылет — максимальному габариту кантуемых краном секций.

**Тельферы** — подвесные самоходные тележки на рельсовом пути (рис. 293) — применяют в тех случаях, когда детали и узлы движутся в определенном направлении.

Электротельферы типа ТВ имеют грузоподъемность от 250 кг до 5 т.

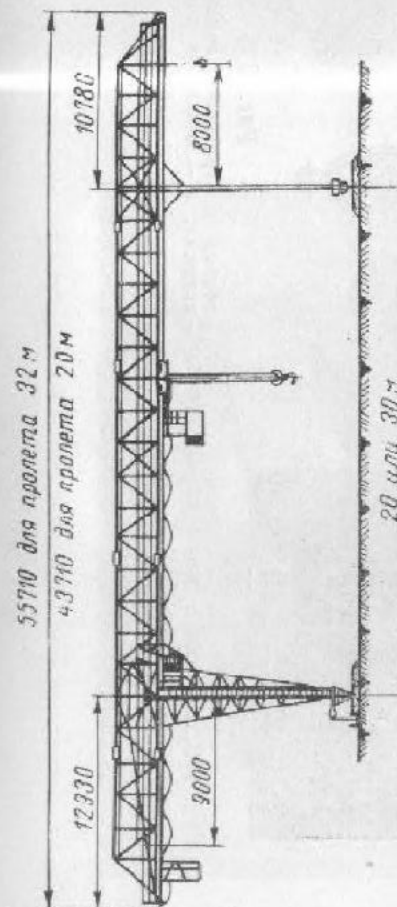
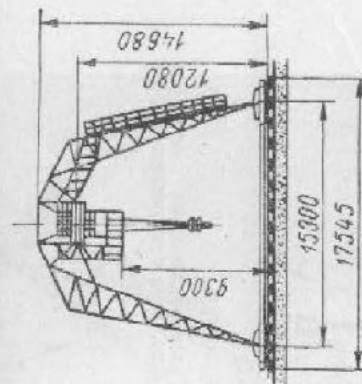


Рис. 291. Козловый кран грузоподъемностью 10 т.

Погрузчики служат для поточного переноса листов, профилей и мелких узлов в поточных линиях сборки и сварки судовых конструкций. Они представляют собой небольшие козловые краны с двумя тельферами, на гаках которых подвешена траверса с подъемными электромагнитами (на рис. 294 показан погрузчик для профилей).

На наклонных стапелях используют преимущественно *портальные краны* (рис. 295) грузоподъемностью до 80—100 т и *молотковые краны* грузоподъемностью 150 т (рис. 296). Портальный кран, приведенный на рисунке, имеет грузоподъемность 40 т при вылете стрелы 29 м и грузоподъемность 25 т при максимальном вылете стрелы 41 м.

Молотковый кран имеет грузоподъемность 150 т при вылете стрелы 30 м и 120 т при вылете 35 м; у крана имеется также вспомогательная тележка грузоподъемностью 50 т, работающая на вылете до 41 м.

Стрела крана — сварная, коробчатого сечения, высотой 3,8 м; общая длина стрелы 73 м. По верхнему поясу стрелы перемещается *поворотный кран* грузоподъемностью 7,5 т с вылетом стрелы 15 м, предназначенный для работы с легкими грузами.

Для плавучих доков и построечных набережных очень выгодными оказываются *портальные краны с вращающейся колонной и прямой стрелой легкого ферменного типа* (рис. 297). На портале укреплен вращающаяся колонна со стрелой и платформой, на которой смонтировано машинное помещение. Грузоподъемность крана 100 т при вылете 25 м или 50 т при максимальном вылете 38 м.



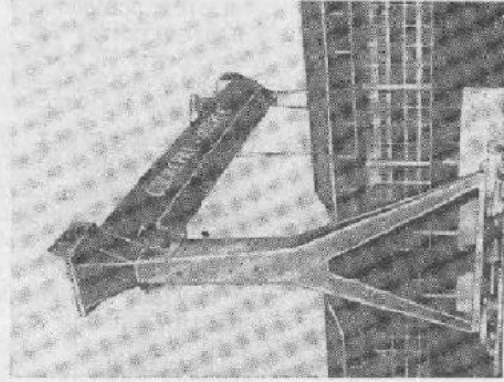


Рис. 292. Ковловый кран грузоподъемностью 300 т.

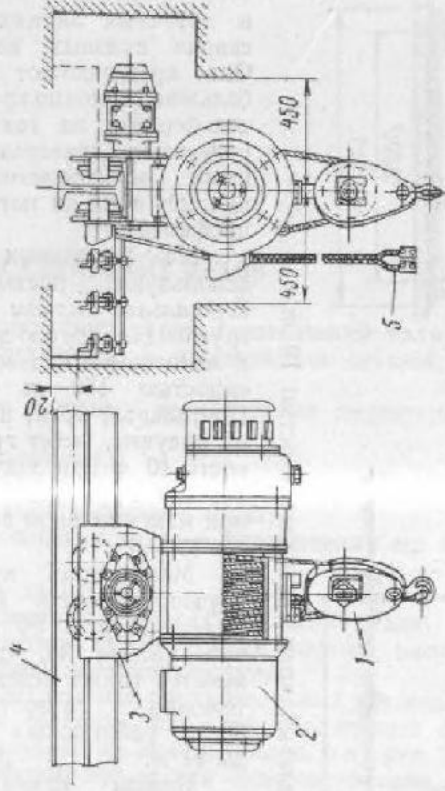


Рис. 293. Электротельфер.

1 — обойма с грузовым гаком; 2 — электродвигатель подъема; 3 — тележка; 4 — подвесной рельс; 5 — колодка с кнопками управления.

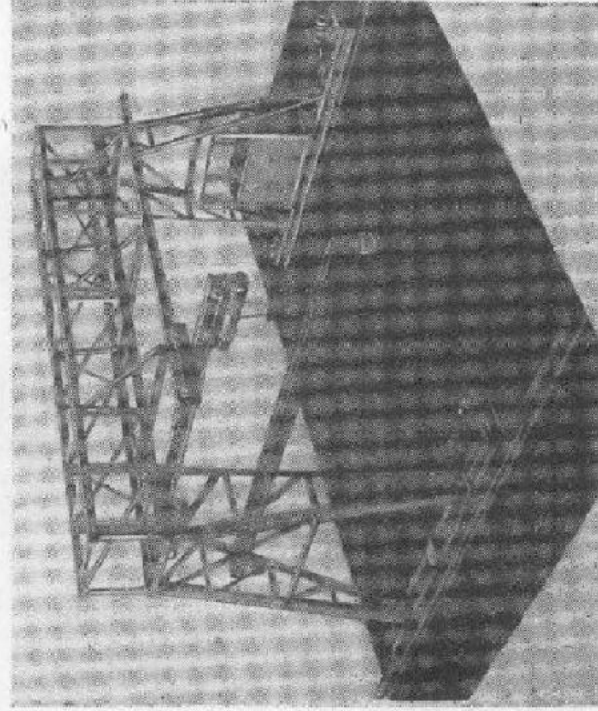


Рис. 294. Погрузчик деталей.

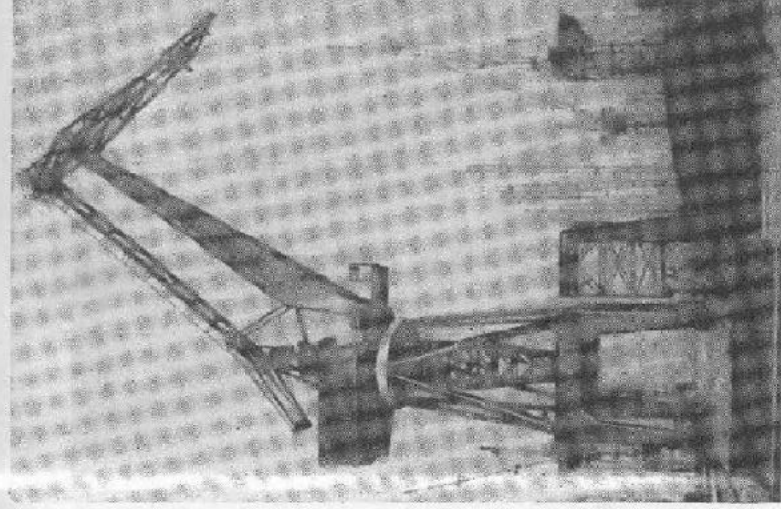


Рис. 295. Портальный кран грузоподъемностью 40/25 т.

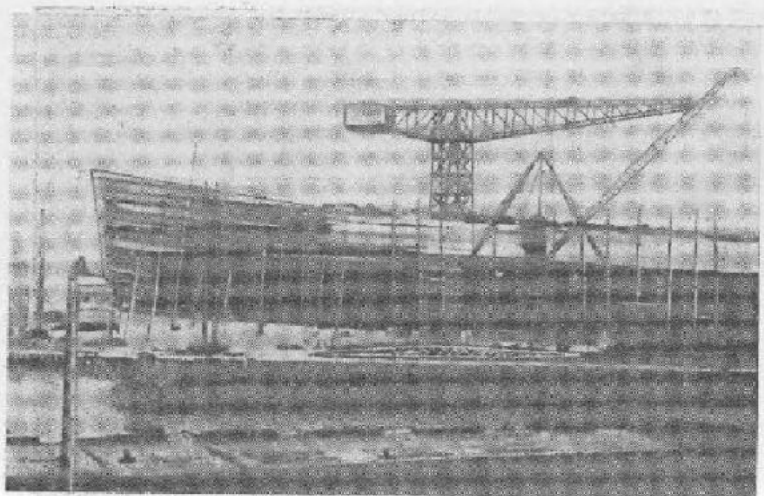


Рис. 296. Молотковый кран грузоподъемностью 150/120 т.



Рис. 297. Портальный кран с вращающейся колонной.

1 — портал; 2 — вращающаяся колонна; 3 — стрела; 4 — машинное помещение; 5 — кабина крановщика.

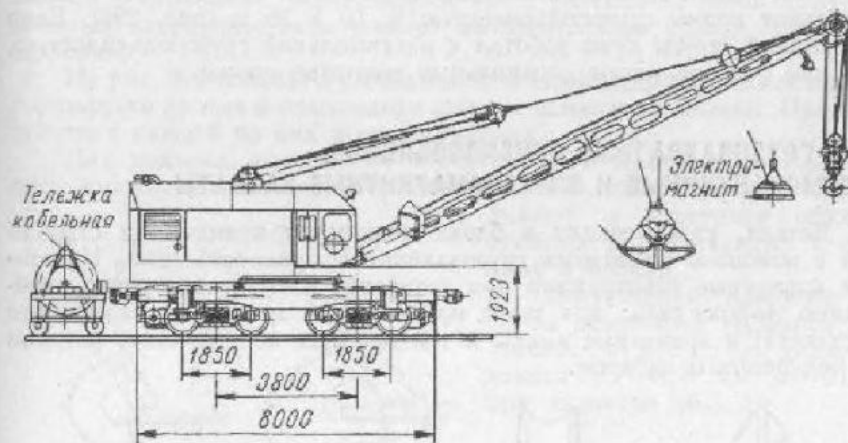


Рис. 298. Железнодорожный кран.

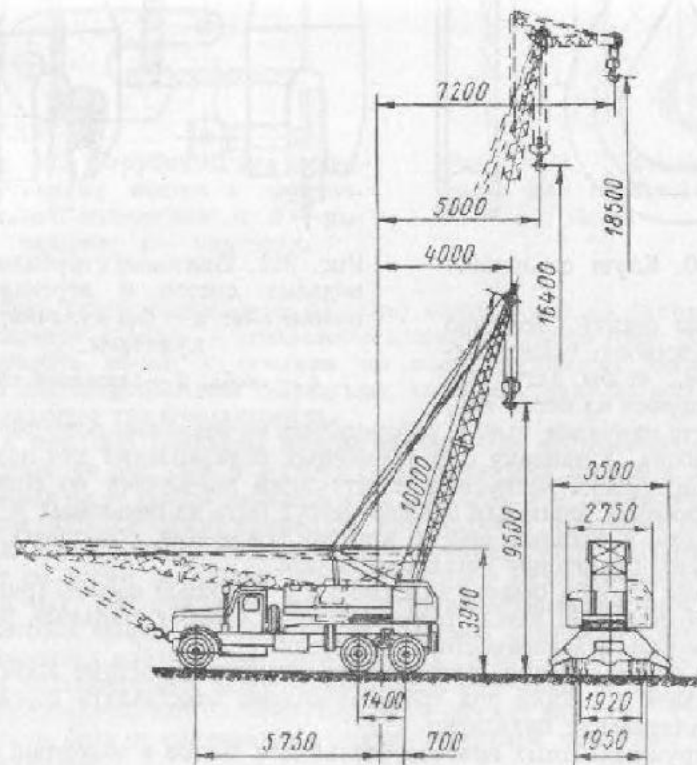


Рис. 299. Автомобильный кран.



На достроечных набережных и пирсах используют также *железнодорожные краны* грузоподъемностью 10, 15 и 25 т (рис. 298) и *автомобильные краны* грузоподъемностью 5, 10 и 25 т (рис. 299). Если необходимо, чтобы кран работал с максимальной грузоподъемностью, под ним устанавливают специальные выносные опоры.

## § 85. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ. ПНЕВМОВАКУУМНЫЕ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ЗАХВАТЫ

Детали, узлы, секции и блоки поднимают кранами на стропях или с помощью различных грузозахватных приспособлений. Некоторые корпусные конструкции при установке и транспортировке необходимо *подкреплять*; для этого приваривают временные балки (для жесткости) и временные кницы к тем кромкам конструкции, которые не подкреплены набором.

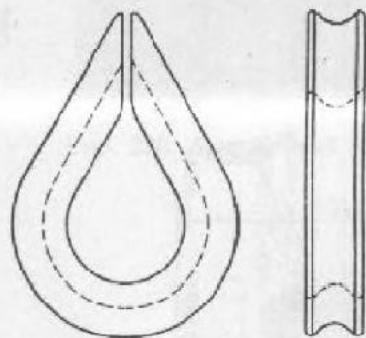


Рис. 300. Коуш стальной.

Блоки секций, особенно блоки надстроек, также подкрепляют, чтобы нагрузку, приходящуюся на место подвеса (место приварки рыма), распределить на возможно большее число балок набора. Установку всех временных подкреплений для подъемов и транспортировки корпусных конструкций выполняют по специальным чертежам. Стропы для обвязки могут быть из пеньковых и стальных канатов и сварных цепей; при обслуживании сборочных работ чаще всего применяют *стальные тросы*.

Концы стропов обычно заделывают с помощью *коушей* (рис. 300) или с образованием петель (*огонов*). Коуши бывают стальные, различных размеров, в зависимости от нагрузок. Для предохранения тросов от перетиранья на острые кромки деталей, узлов и секций под трос необходимо подставлять деревянные или металлические подкладки.

Из грузозахватных приспособлений для листов и полотнищ наиболее широко распространены *винтовые струбицы*.

Струбина, показанная на рис. 301, а, состоит из скобы и зажимного винта; скоба по плоскости, соприкасающейся с листом, имеет насечку. Струбина на рис. 301, б имеет полость, в которой помещен

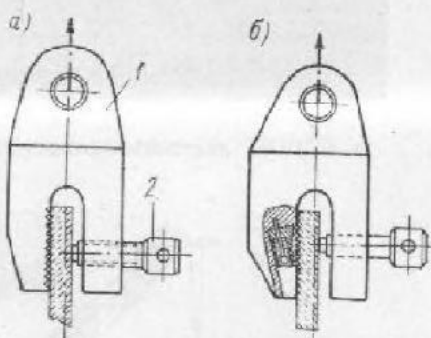


Рис. 301. Винтовые струбицы для подъема листов в вертикальном положении: а — без кулачка; б — с кулачком.

1 — скоба; 2 — зажимной винт.

клинообразный бронзовый кулачок; специальная пружина всегда возвращает кулачок в исходное положение. Лист, недостаточно закрепленный в струбине, перемещается вниз, увлекая за собой кулачок, который заклинивается и создает дополнительное усилие, зажимающее лист.

На рис. 302 показаны рычажные и винтовая *струбицы для транспортировки листов и полотнищ в горизонтальном положении*. Принцип действия каждой из них ясен из рисунка.

Для подъема, кантования и перемещения секций и блоков корпуса используют *такелажные скобы* (рис. 303), штыри которых закладывают в отверстия обухов, временно привариваемых к секциям и блокам.

Допускаемая нагрузка на скобы различных размеров составляет от 250 кг при диаметре каната 3,7—4,7 мм до 21 т при диаметре 46,5 мм.

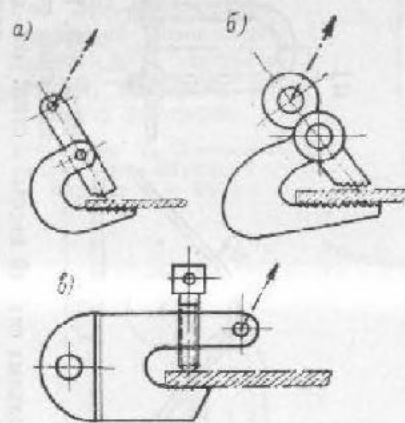


Рис. 302. Струбицы для транспортировки листов в горизонтальном положении: а, б — рычажные; в — винтовая.

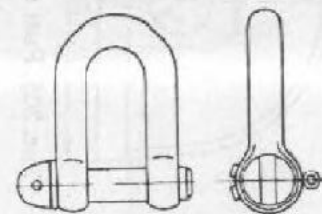


Рис. 303. Такелажная скоба для стальных канатов.

*Обухи* (часто называемые *рымами*) изготовляют из листового или профильного проката — угольников и полосульбов (рис. 304—307). Приваривать обухи к секциям по всему периметру разрешается только дипломированным сварщикам, которые ставят на них клеймо, показывающее грузоподъемность.

На рис. 308 показаны приспособления для подъема секций через *отверстия*: на рис. 308, а — скоба с приваренными шайбами и наворачиваемыми на ее концы гайками, а на рис. 308, б — рычажное приспособление, которое можно применять при наличии отверстий диаметром 50—100 мм; пружина, стягивающая верхние концы рычагов, удерживает во время подъемов нижние концы в разведенном состоянии.

На рис. 309 показано другое грузозахватывающее приспособление, которое можно применять для подъемов и транспортировки секций, имеющих набор с вырезами. С обеих сторон вертикальной стенки набора устанавливают щеки, а наварыши размещают в вырезе; после этого щеки скрепляют болтом. Наварыши служат для того, чтобы предохранить болт от срезывания. Обухи в верхней части щек подкреплены кницами.

На рис. 310 изображен *захват для тавровых профилей*, который можно использовать при подъеме и транспортировке конструкций, имеющих в составе набора тавровые профили.

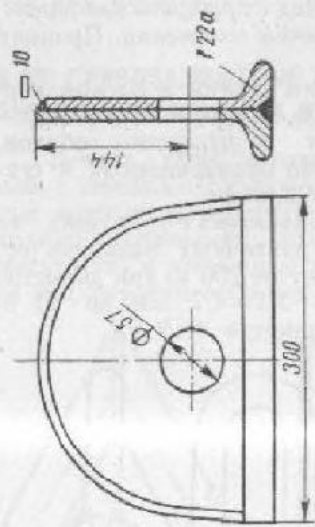


Рис. 305. Рым грузоподъемностью до 9500 кг.

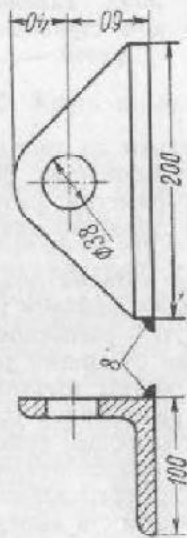


Рис. 304. Рым грузоподъемностью до 2550 кг.

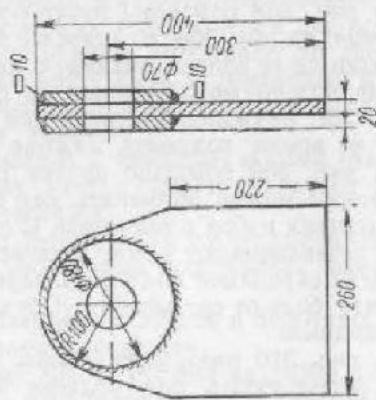


Рис. 306. Обух для подъема секций весом до 15 т.

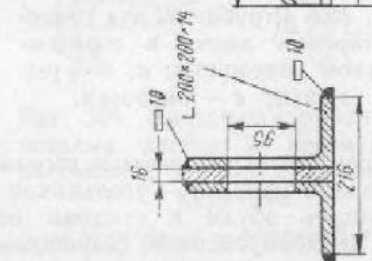


Рис. 307. Обух для подъема секций весом до 25 т.

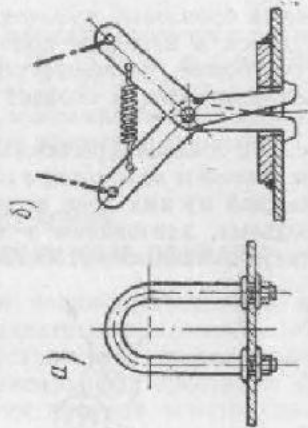


Рис. 308. Приспособления для подъема секций через отверстия: а — скоба; б — рычажное приспособление.

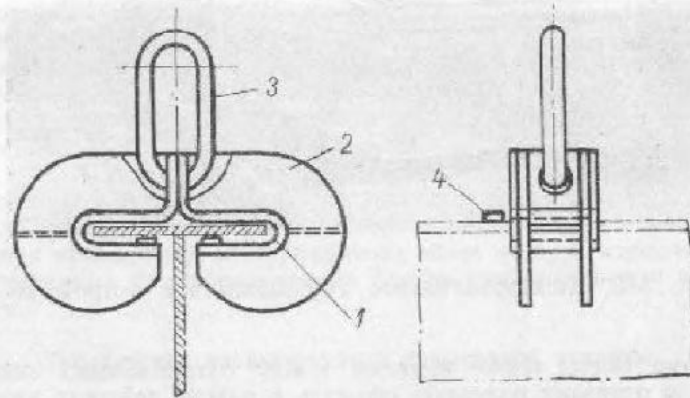


Рис. 310. Захват для тавровых профилей.

1, 3 — звенья; 2 — скоба; 4 — упор.

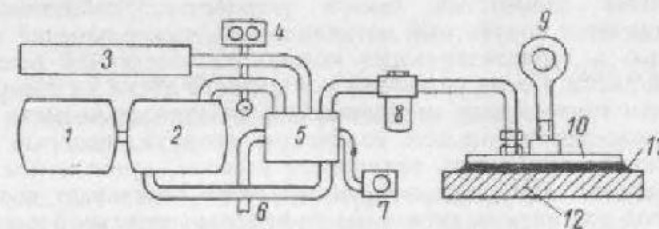


Рис. 311. Схема пневмовакuumного грузозахватывающего устройства.

1 — двигатель; 2 — вакуумный насос; 3 — предохранительная вакуумная система; 4 — сигнальные лампы; 5 — распределительный клапан; 6 — выпуск воздуха; 7 — щиток управления; 8 — фильтр; 9 — подъемный рым; 10 — контактный диск; 11 — герметизирующее кольцо; 12 — поднимаемый груз.



При установке захвата звено опускают в горизонтальное положение, что обеспечивает разведение в стороны двух симметричных скоб. Звено, поднятое в рабочее положение (показано на рисунке), ограничивает раздвижение скоб в стороны и удерживает их на наборе. Для предотвращения скольжения захвата вдоль таврового профиля на его полке приваривают упоры.

Для застропливания деталей, узлов и секций с использованием механических грузозахватывающих приспособлений, а также для снятия стропов необходимо участие одного-двух рабочих-стропальщиков.

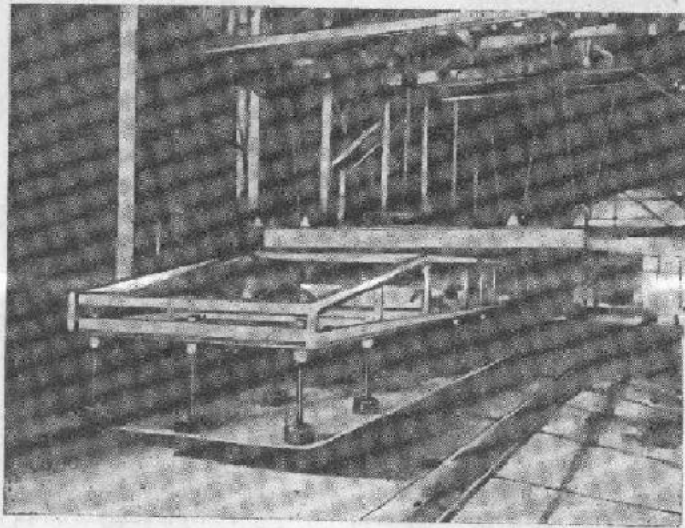


Рис. 312. Электромагнитное грузозахватное устройство.

Необходимо иметь также проходы между сохраняемыми конструкциями, что отнимает полезную площадь в районе действия кранов.

В последнее время появились *автоматизированные грузозахватывающие устройства*, оборудованные пневмовакuumными присосами и подъемными электромагнитами.

Основными элементами такого устройства, показанного на рис. 311, является контактный металлический диск с плоской нижней поверхностью и герметизирующее кольцо из эластичной резины по окружности диска. После установки контактного диска на поверхность поднимаемого груза между металлической поверхностью диска и грузом задерживается небольшое количество воздуха, который можно почти мгновенно откачивать вакуумным насосом, приводимым в действие двигателем. При этом вакуумный насос откачивает воздух не только из-под контактных дисков, но из предохранительной вакуумной системы, обеспечивающей вакуум под диском в случае непредвиденной остановки насоса, либо при аварии.

При разрежении в  $0,5 \text{ кг/см}^2$  грузоподъемность одного контактного диска составляет 250 кг; таким образом, группа дисков, укрепленных на одной или двух параллельных рамах, может обеспечить

грузоподъемность, достаточную для транспортировки любых деталей корпуса, а также узлов и небольших секций из металлических и немагнитных материалов.

*Электромагнитные грузозахватные устройства* (рис. 312) конструктивно похожи на пневмовакuumные, хотя их можно применять только для магнитных материалов. Корпус каждого электромагнита состоит из большого числа тщательно обработанных металлических листов, чаще — круглой формы. Электромагниты могут быть также смонтированы группами и закреплены на специальных траверсах. Грузоподъемность одного магнита — 500 кг, однако известны устройства из магнитов стандартных типов грузоподъемностью 500, 1000, 2000 и 4000 кг, так что максимальный вес поднимаемого груза доходит до 20 т.

Встроенные аварийные аккумуляторные батареи позволяют при отключении тока в сети в течение определенного времени продолжать работу и предотвратить падение груза.

## § 86. СУДОВОЗНЫЕ ТЕЛЕЖКИ И ТРАНСПОРТЕРЫ

При блочном методе постройки судов рационально применять *стapelные рельсовые тележки*, которые служат как для транспортировки, так и для стыкования блоков и блоков секций.

В отечественном судостроении применяют: самоходные тележки грузоподъемностью 75, 100 и 125 т; несамоходные тележки 75, 80, 100, 125, 200 т; транспортные тележки и тележки слипового типа (400 и 500 т); многокатковые балансирные двухколейные stapельно-спусковые тележки (700 и 1200 т).

На рис. 313 показана *самоходная тележка для транспортировки блоков секций*; она может быть использована также для пересадки судов и блоков. Тележка состоит из сварной рамы, четырех колес (в том числе двух приводных), электропривода колес и двух гидродомкратов, предназначенных для выравнивания блоков при стыковании по крену и высоте.

### Техническая характеристика самоходной тележки

Грузоподъемность . . . . .	100 т
Скорость передвижения . . . . .	10 м/мин
Гидродомкрат:	
грузоподъемность . . . . .	50 т
ход плунжера . . . . .	200 мм
насос гидравлический, ручной, на давлении . . . . .	330 кг/см <sup>2</sup>

На рис. 314 показана конструкция *несамоходной тележки*, также предназначенной для транспортировки и пересадки судов и блоков. На сварной раме тележки укреплены цилиндры четырех гидродомкратов, к которым подвешены четыре поворотные балансирные тележки; последние могут разворачиваться (без нагрузки) на 90°. Имеется также гидронасос с пневмоприводом.

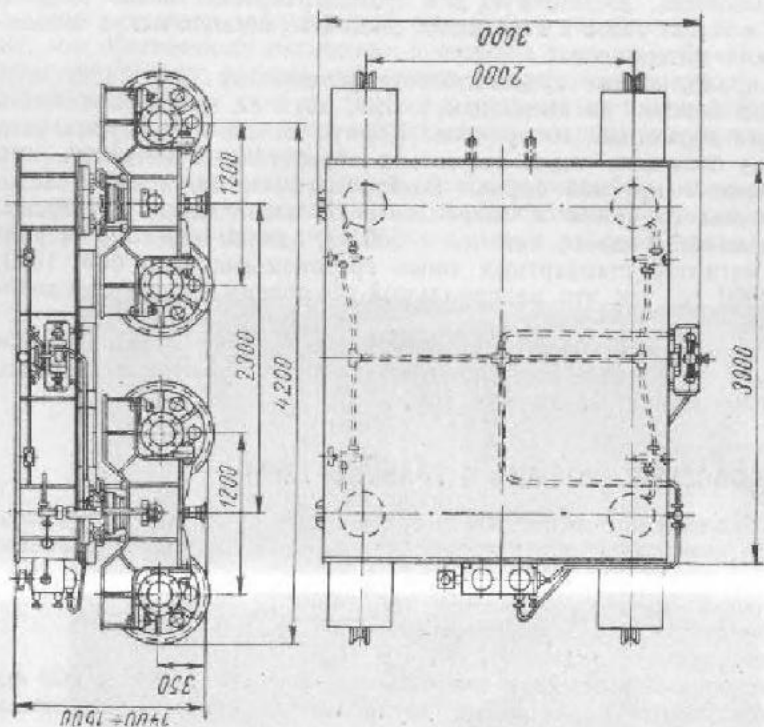


Рис. 314. Несамоходная тележка для транспортировки судов и блоков.

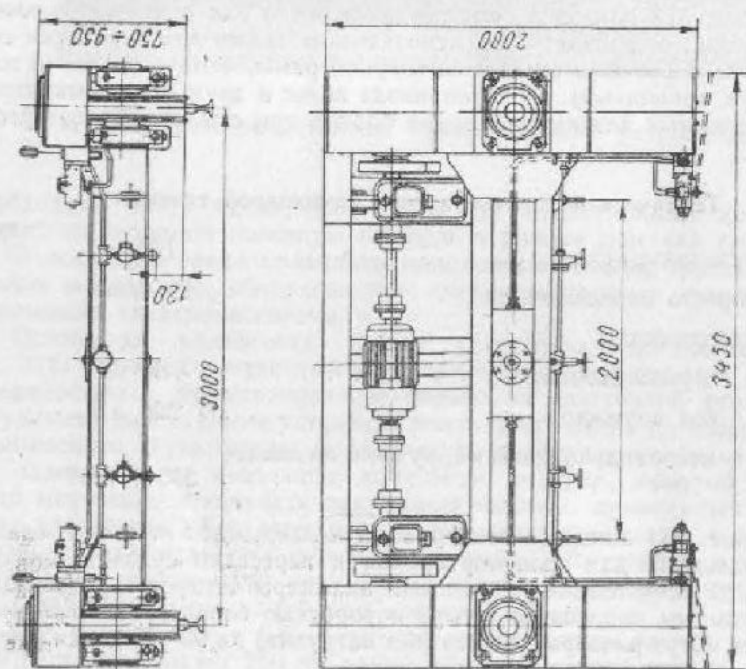


Рис. 313. Самоходная тележка для транспортировки блоков секций.

### Техническая характеристика несамоходной тележки

Грузоподъемность	200 т
Гидродомкрат:	
грузоподъемность	50 т
ход плунжера	200 мм
насос гидравлический с пневмоприводом, на давление	300 кг/см <sup>2</sup>

При отсутствии на заводе специальной железнодорожной колеи (в приведенных нами случаях ширина колеи составляет 8000 и 2000 мм)

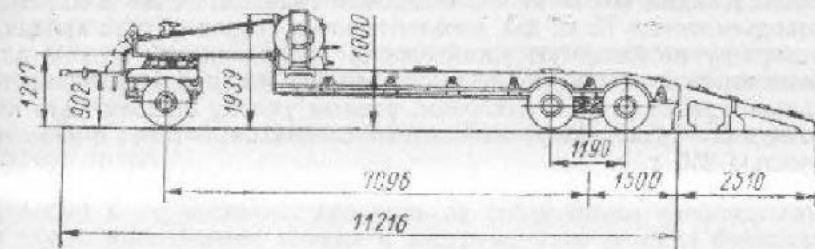


Рис. 315. Прицеп-тяжеловоз для транспортировки секций весом до 40 т.

Для транспортировки корпусных конструкций могут быть использованы транспортеры на резиновом ходу различной грузоподъемности.

На рис. 316 показан прицеп-тяжеловоз к автомашине-тягачу Ярославского завода.

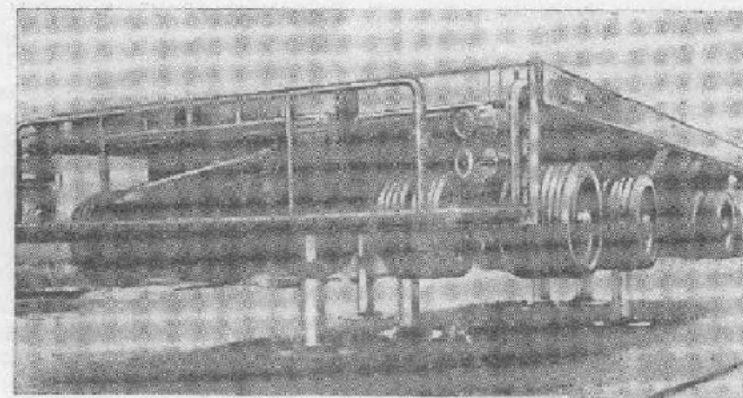


Рис. 316. Транспортер для перевозки блоков секций весом до 250 т.



### Техническая характеристика прицепа

Грузоподъемность . . . . .	40 т
Скорость передвижения . . . . .	30 км/час
Ширина грузовой платформы . . . . .	2900 мм
Количество колес:	
передних . . . . .	8
задних . . . . .	16

Еще более мощный *транспортёр* грузоподъемностью 250 т для перевозки крупногабаритных секций и блоков на стапеле показан на рис. 316. Транспортёр имеет 32 колеса, скомплектованные по 8 штук, попарно. Каждый комплект колес снабжен гидравлическим домкратом грузоподъемностью 75 т; два дополнительных гидродомкрата придают транспортёру необходимую устойчивость. Гидродомкраты нужны для подъема верхней платформы на высоту до 305 мм, при необходимости установки транспортёра с наклоном, равным уклону стапеля. Для перевозки этого транспортёра используют специальный тягач с дизелем мощностью 250 л. с.

## РАЗДЕЛ ДВЕНАДЦАТЫЙ. ОХРАНА ТРУДА И ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

### § 87. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Контроль за состоянием охраны труда на предприятии, в цехе осуществляется:

государственный — техническими инспекторами профсоюза, Госгортехнадзора и Энергонадзора, а также Государственной санитарной инспекцией;

общественный — комиссиями и общественными инспекторами по охране труда.

Общественный инспектор избирается в каждой профгруппе (на участке) и осуществляет контроль за соблюдением законодательства о труде, выполнением правил и инструкций по технике безопасности и за проведением мероприятий по предупреждению несчастных случаев на производстве.

Если общественный инспектор обнаруживает недостатки, он требует (через бригадира или мастера) их устранения; должностные лица, не выполнившие требований общественных инспекторов, подвергаются не только дисциплинарным взысканиям, но и денежным штрафам через технических инспекторов по охране труда (в сумме до 10 руб., а через главного технического инспектора — до 50 руб.).

Лица, которые своими распоряжениями или действиями нарушили правила или нормы по охране труда и не приняли должных мер для предотвращения несчастного случая или профессионального отравления, привлекаются к уголовной ответственности, со сроком лишения свободы до 5 лет.

К несчастным случаям, связанным с производством, относятся все несчастные случаи, которые произошли с работающими:

- а) на территории предприятия;
- б) вне этой территории, но при выполнении работы по заданию администрации;
- в) на транспорте предприятия с обслуживающими его лицами.

Острые отравления, обмороживания и тепловые удары, связанные с производством, принято также считать производственными травмами.

Важнейшим элементом техники безопасности на любом производственном участке и рабочем месте является профилактика (предупреждение) несчастных случаев. Первостепенное значение имеют:

- а) знание и выполнение каждым рабочим инструкции по технике безопасности и выполнение им только той работы, которая ему поручена;
- б) инструктаж, проводимый мастером перед началом работы, и предварительное ознакомление каждого работника с условиями предстоящей работы;

в) моральное состояние и самочувствие рабочего: неуравновешенность, волнение ведут к потере сосредоточенности, рассеянному вниманию и могут вызвать несчастный случай;

г) недопустимость употребления перед работой и накануне спиртных напитков; даже небольшое опьянение часто является причиной тяжелых травм.

Несчастье на производстве никогда не является случайностью, всегда имеет причину, которую нужно своевременно предусмотреть и исключить. Поэтому, *замечая нарушение инструкции по технике безопасности со стороны другого рабочего, предупреди его о возможных тяжелых последствиях.*

### Сборочно-сварочный цех

1. Помещения цеха должны иметь постоянную вентиляцию, обеспечивающую нормальную воздушную среду для работающих.

2. Все углубления в полах и проходы между сборочными площадками (стандами), постелями и прочей оснасткой должны быть прочно ограждены.

3. Проходы и проезды внутри цеха должны иметь ясно обозначенные габариты, очерченные белыми линиями, и не должны быть загромождены никакими предметами.

4. Стекла окон и фонарей цеха необходимо очищать от пыли и грязи не реже четырех раз в год.

Окна и другие световые проемы запрещается загромождать секциями, узлами, инструментом и материалами.

5. Проводку, перекладку и ремонт проводов и арматуры осветительных сетей может выполнять только дежурный электромонтер, прикрепленный к данному участку.

6. Развешивать одежду в помещениях цеха запрещается; верхнюю одежду — пальто, головные уборы и т. д. — сдают в гардероб, а рабочую одежду хранят в индивидуальных шкафчиках; хранить в шкафчиках промасленную одежду запрещается.

7. Запрещается курить вблизи газовых постов и баллонов, а также на участках грунтовки секций.

Прием лица разрешается в специально отведенных для этого помещениях.

8. Все используемое оборудование, оснастка, инструмент и приспособления должны находиться в полной исправности; работать на неисправном оборудовании запрещается.

9. Керосин, предназначенный для проведения испытаний на непроницаемость, должен храниться в специальных помещениях, оборудованных противопожарными средствами.

10. Рабочие места должны быть оборудованы стеллажами и ящиками для хранения приспособлений, инструмента, проверочных шаблонов и т. п.

11. У рабочих мест должны быть предусмотрены площадки для подачи деталей секций, насыщения и т. п.; не допускается занимать для этой цели проходы.

12. Рабочие места электросварки, находящиеся в помещениях цеха, должны быть ограждены постоянными или переносными щитами-экранами высотой 2 м.

13. Запрещается загромождать доступы и проходы к газовым постам и к противопожарному инвентарю: кранам, сигналам и огне-

тушителям; использовать противопожарный инвентарь не по назначению запрещается.

14. Для хранения сменного запаса чистого обтирочного материала и для складывания использованного должны быть установлены в удобных местах специальные железные ящики, закрытые крышками.

15. Судосборщики, не имеющие удостоверений на право выполнения газорезательных и электросварочных работ, не должны выполнять их.

16. Изготавливать и ремонтировать любой инструмент разрешается только специально выделенному и обученному персоналу.

17. Молотки и кувалды не должны иметь трещин и должны быть плотно заклинены стальным заостренным клином на деревянной ручке из твердых и вязких пород сухого дерева (клен, молодой дуб, рябина).

18. При работах зубилом и крейцмейселем для защиты глаз необходимо надевать защитные очки.

19. Гаечные ключи должны соответствовать размерам гаек и головок болтов и не должны иметь трещин и заусенцев; использование прокладок, а также надевание на рукоятки отрезков труб (для удлинения) запрещается.

20. Электрические ручные инструменты и переносные лампы напряжением 12—36 в должны быть надежно изолированы токоведущими частями.

21. При работе на металлических поверхностях в лежачем положении или «с колена» необходимо использовать специальные маты или наколенники.

22. При очистке изделий от ржавчины, грязи или краски необходимо пользоваться защитными очками и респираторами; категорически запрещается выжигать краски, содержащие свинцовые пигменты, с помощью газовой резки или электрической дуги.

### Стапельные (построечные) места

23. К выполнению работ на высоких лесах, мачтах и т. д. допускаются только лица, получившие соответствующее разрешение.

24. Запрещается оставлять или раскладывать на высоте (лесах, крышах и т. д.) незакрепленный инструмент и крепежные материалы; по окончании работы они должны быть убраны.

25. При выполнении работ как вверху, так и внизу необходимо предупреждать всех лиц, работающих снизу, сверху и по другую сторону конструкции.

26. Изготавливать и ремонтировать леса, подмости, трапы, люльки и плоты разрешается только специальным рабочим под руководством мастера; леса и трапы изготавливаются только по чертежам и должны быть сданы перед их эксплуатацией комиссии; люльки и беседки после изготовления должны быть испытаны.

27. Запрещается скопление людей и складывание материала на лесах, подмостях и т. п.; доски настилов не должны прогибаться от нагрузок.

28. Все кабели, газо- и воздухопроводы, проходящие в местах движения людей, не должны загромождать и стеснять проходы.

29. Настилы лесов, подмостей и трапы необходимо регулярно очищать от мусора, грязи, снега и льда, а при гололедице — посыпать песком.





30. Настилы с наружной стороны должны быть ограждены перилами в три поручня, а все отверстия в настилах — закрыты или ограждены.

31. Деревянные переносные лестницы необходимо применять только в крайних случаях; они не должны прогибаться при подъеме и спуске по ним и скользить на месте установки; ступеньки лестниц должны быть врезаны в тетивы на шипах.

32. Люльки и беседки разрешается применять в исключительных случаях только для кратковременных работ в неудобных местах. Во время работы у закрепленных нижних концов канатов люлек или беседок должен находиться наблюдатель.

## § 88. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СБОРОЧНЫХ РАБОТАХ

1. При сборочных цехах должны находиться инструментально-раздаточные кладовые, оборудованные устройствами для проверки исправности ручных пневматических и электрических инструментов, газовых и воздушных шлангов и электроприводов.

2. Шахты, люки, горловины и прочие отверстия в палубах и платформах, не имеющие крышек, должны быть плотно закрыты досками.

3. Штатные крышки на верхней палубе должны иметь специальные тамбуры с дверями; крышки должны быть надежно закреплены в открытом состоянии.

4. Во всех случаях, когда естественная вентиляция не обеспечивает нормальных условий работы (температуры и чистоты воздуха), должна быть оборудована искусственная вентиляция, а в местах образования пыли или газа устроены местные отсосы.

5. При производстве работ в замкнутых отсеках и помещениях, особенно с применением электросварки и газовой резки, необходимо применять индивидуальные средства защиты органов дыхания; у люка (либо горловины) ведущего в отсек, должен постоянно находиться наблюдающий.

6. При рентгенографировании сварных швов (либо применении радиоактивных ампул) запрещается находиться в районе действия этой аппаратуры; необходимо строго выполнять требования рентгеноаппаратчика.

7. На стапеле и судне разрешается курить только в специально отведенных для этого местах; запрещается располагаться для отдыха во время перерывов и после работы под секциями или внутри секций и тесных помещений.

8. Перед началом работ с применением сварки или газовой резки (в том числе работ с применением местных нагревов) необходимо проверить, чтобы с противоположной стороны и вблизи, куда летят искры, не находились люди и горючие предметы.

9. Запрещается оставлять в нерабочее время на стапелях, лесах, судах, блоках и секциях баллоны с кислородом и ацетиленом, а также промывочные, смазочные, лакокрасочные и другие материалы.

10. Лица, работающие на стапелях, лесах, на судах, блоках и секциях, без разрешения администрации не имеют права:

перемещать какие бы то ни было предметы (механизмы, устройства, приборы, аппараты, трубопроводы, электросети), мешающие производству работ;

открывать клапаны, кингстоны, клинкеты, заглушки и т. д. пускать в ход какие бы то ни было агрегаты, установленные на судах (котлы, механизмы, устройства, аппараты, приборы и т. п.).

11. Перед установкой конструкции (узла, секции) в блок-секцию или в корпус судна необходимо проверить, чтобы все соединяемые с ними и установленные ранее конструкции были надежно закреплены.

12. Производство сборочных работ в проходах и проездах запрещается.

13. Изготовленные секции до подачи их на стапель должны быть установлены устойчиво; производство работ на них во время хранения запрещается.

14. Категорически запрещается очищать секции и корпус судна от мусора и снега с помощью сжатого воздуха.

15. Запрещается очищать спецодежду от пыли и грязи с помощью кислорода и ацетилена из шлангов.

16. Судовым сборщикам на всех участках корпусных цехов разрешается работать только в специальных защитных касках.

## § 89. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ СВАРОЧНЫХ И ГАЗОПЛАМЕННЫХ РАБОТАХ

1. Сварочные работы, проводимые внутри цехов, должны быть сосредоточены в специально отведенных и оборудованных рабочих местах или помещениях.

2. Мелкие или отдельно изготавливаемые изделия необходимо сваривать в кабинах, надежно ограждающих рабочее место сварщика.

3. Сварочные генераторы, балластные реостаты, сварочные трансформаторы и регуляторы к ним, устанавливаемые на открытом воздухе или на судах, должны быть надежно защищены от дождя и снега.

4. Запрещается совместная прокладка электросварочных проводов или пересечение их с ацетиленовыми и кислородными шлангами.

5. До начала и после окончания работы все сварочное оборудование должно быть осмотрено дежурным монтером.

6. Сварочные провода, а также ацетиленовые и кислородные шланги необходимо переносить свернутыми в бухты; волочить их по полу или конструкциям запрещается.

7. При сварке или газовой резке внутри отсеков и цистерн необходимо открыть двери, люки, горловины и иллюминаторы, имеющиеся в этих помещениях; при сварке или газорезке снаружи должен неотлучно находиться наблюдатель для оказания необходимой помощи.

8. По окончании работы и при уходе на обеденный перерыв сварочные провода должны быть обесточены, а кислородные и ацетиленовые шланги отключены от магистралей или баллонов.

9. Для защиты лица и глаз во время ручной электросварки каждый рабочий, производящий электросварку или прихватку, должен быть снабжен щитком или щлемом с защитными стеклами; другие рабочие, работающие с электросварщиками, должны иметь очки с цветными защитными стеклами.

10. При правке в замкнутых и тесных помещениях местный нагрев с помощью газосварочной горелки или паяльной лампы допу-

скается только при наличии местной вентиляции; использование нефтяных форсунок запрещается.

11. К производству работ с использованием сварочного и газорезательного оборудования допускаются только лица, сдавшие экзамен и получившие соответствующие удостоверения.

При внедрении в судостроение механизированных и автоматизированных процессов сварки с использованием углекислого газа, аргона и других инертных газов необходимо обеспечить надлежащие условия для безопасной работы, различные в каждом отдельном случае.

Поскольку судовым сборщикам часто приходится работать в непосредственной близости от сварщиков и самим выполнять электроприхватки при сборке, укажем *основные условия по технике безопасности при различных видах сварки.*

При ручной электродуговой сварке необходимо защищать глаза от вредного действия ярких видимых лучей электрической дуги и невидимых ультрафиолетовых лучей; для этой цели служат специальные щитки, маски и очки со светофильтрами.

При сварке электродами с обмазкой факел дуги насыщается парами окислов металла и продуктами горения органических веществ; вредные газы и пыль лучше всего удалять от мест сварки (прежде всего — из судовых отсеков и помещений) с помощью местных отсосов, при действии которых загрязненный воздух захватывается почти у самой сварочной дуги (не далее 0,8 м) и не распространяется в окружающем пространстве. Основными средствами вентиляции судовых помещений являются вентиляционные установки типа ВВД.

Устройства для отсоса пыли и газов необходимы также при автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом — непосредственно из зоны сварки.

Вентиляция имеет существенное значение и при сварке в среде углекислого газа. Поскольку углекислый газ тяжелее воздуха, всасывающие устройства местной вентиляции следует располагать *ниже уровня дыхания людей*, находящихся в отсеке или помещении.

Представляют опасность при производстве сварки и электроприхватки брызги расплавленного металла. Сварщики и сборщики должны быть снабжены индивидуальными защитными средствами (брезентовые костюмы, рукавицы, каски, спецобувь); для предохранения от ожогов окружающих необходимо ставить ограждающие ширмы. При выполнении работ с наружной стороны корпуса (с лесов) под местом сварки должны быть установлены ограждения для защиты от травм людей, находящихся внизу, падающими сверху брызгами расплавленного металла.

Особенно опасны в этом смысле электрошлаковая и ванношлаковая сварка, вследствие большого объема расплавленного металла и шлака, которые находятся в открытой шлаковой ванне, а также возможности выброса жидкого шлака из плавильного пространства при наведении шлаковой ванны. Поэтому до начала сварки необходимо проверить отсутствие протечек воды в формовочных ползунах, подкладках, формах и водопроводящих трубках, а также наладить нормальный слив воды через отводящие трубки.



## § 90. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ ОПЕРАЦИЯХ

1. Застропливать и отстропливать детали, секции и другие грузы, а также подавать сигналы крановщикам разрешается только лицам, имеющим удостоверения на право производства стропальных работ.

2. Все подъемно-транспортные устройства, приспособления и инструменты для стропальных работ должны быть испытаны и иметь клеймо с обозначением инвентарного номера, даты испытания и грузоподъемности.

Подъемно-транспортные приспособления должны быть осмотрены ответственными лицами в сроки: стропы и тара — один раз в десять дней; скобы, струбцины, клещи — один раз в месяц; траверзы — один раз в шесть месяцев.

3. Места расположения и размеры рымов для подъема секций должны быть указаны в соответствующей документации; приваривать рымы может только дипломированный сварщик.

4. При перемещении секций на них не должны находиться люди.

5. Перемещать грузы над людьми, равно как и проходить людям под поднятым грузом, — запрещается.

6. Не разрешается переносить груз: подросткам от 16 до 18 лет, а также женщинам, если вес превышает 20 кг; мужчинам — если вес превышает 50 кг.

7. Перемещение баллонов с газами (кислородом, ацетиленом и пр.) следует производить в специальных приспособлениях; носить баллоны на спине запрещается.

8. Перевозить баллоны можно только на рессорном транспорте, обязательно с прокладками.

9. Секции, устойчивость которых вызывает сомнение, до отдачи стропов должны быть раскреплены упорами или растяжками.

10. Находящиеся на поднимаемом грузе или секции предметы должны быть удалены или закреплены.

11. По окончании или при перерыве работы запрещается оставлять транспортируемый груз в подвешенном состоянии.

12. Подъем грузов на подъемных механизмах при температуре воздуха ниже минус 25° С запрещается.

13. При силе ветра в 4 балла и больше подъем грузов, имеющих парусность, например секций, запрещается.

14. Кантовать секции и полотнища кранами необходимо при участии двух стропальщиков; при кантовании крупных объемных секций должны быть выставлены наблюдатели за подходами к секции со всех сторон.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение I

### ВЫПИСКА ИЗ ТАРИФНО-КВАЛИФИКАЦИОННОГО СПРАВОЧНИКА РАБОТ И ПРОФЕССИЙ РАБОЧИХ СУДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

#### Сборщик корпусов металлических судов

##### 1-й разряд

*Характеристика работ.* Выполнение простых сборочных работ под руководством сборщика более высокой квалификации. Установка простых мелких деталей по разметке. Наметка простых деталей по шаблону. Кернение и маркировка. Пользование простыми приспособлениями, сборочным и измерительным инструментом.

*Должен знать:* наименование основных конструкций корпуса судна, определение на судне положения носа, кормы, правого и левого бортов; правила выполнения основных приемов сборки; особенности судостроительных сталей и сплавов; основные сведения об устройстве простых сборочных приспособлений: струбцин, талрепов, фиксаторов и др.; основные сведения об устройстве электросварочной аппаратуры, пневматического и газорезательного инструмента: газовых резаков, пневматических молотков и машинок.

##### Примеры работ

###### Узловая, секционная и стапельная сборка

1. Детали корпуса — обезжиривание.
2. Кницы, brackets, полосы, планки, угольники — правка, кернение, маркировка.
3. Соединения клепаные — подготовка прокладок, перестановка и обжатие болтами.

#### Сборщик корпусов металлических судов

##### 2-й разряд

*Характеристика работ.* Сборка узлов и плоскостных секций малых габаритов без погиби из малоуглеродистых низколегированных сталей, алюминиевых и прочных сплавов. Установка и проверка несложных узлов. Контуровка несложных деталей корпуса по шаблону. Правка простых деталей. Пользование проверочным инструментом. Электроприхватка, пневматическая подрубка, газовая подрезка при сборке в нижнем положении. Сверление пневматической машинкой при выполнении сборочных работ. Зачистка кромок под сварку пневматической машинкой.

*Должен знать:* конструкции корпуса, наименование районов судна и место их расположения; основные теоретические линии корпуса судна; способы разметки простых деталей по чертежу и эскизу; простые геометрические построения; разметку мест установки деталей на прямойлинейной плоскости; технологические свойства применяемых сталей и сплавов, их марки и марки электродов, применяемых в судостроении; методы сборки, установки деталей и узлов из сталей и сплавов; правила подготовки и сборки под ручную и автоматическую сварку; принцип работы электросварочной аппаратуры, пневматиче-

ского и газорезательного инструмента; приспособления и оснастку для сборки узлов набора и плоскостных секций; принцип действия станков для сборки таврового набора, правила пользования позиционерами для сборки фундаментов, электромагнитными стендами с флюсовыми подушками и др.

##### Примеры работ

###### Узловая и секционная сборка

1. Горловины — установка на плоской поверхности.
2. Детали и небольшие узлы (кницы, brackets, тавровые узлы) — контуровка по шаблону.
3. Детали вентиляционных каналов несложные (вентиляционные коробки и др.) — сборка.
4. Детали насыщения секций (скобы, бонки, планки, приварыши) — установка по разметке на плоской поверхности.
5. Полосы обделочные по контуру вырезов — установка.
6. Рыбины — установка на плоскостных секциях.
7. Секции плоскостные площадью до 6 м<sup>2</sup> — сборка.
8. Узлы тавровые прямолинейные длиной до 2 м и кницы с поясками — сборка.

###### Стапельная сборка

1. Кницы, мелкие brackets и детали крепления — установка по разметке и шаблону.
2. Листы съемные (без погиби и набора) — крепление под сверловку и клепку.

#### Сборщик корпусов металлических судов

##### 3-й разряд

*Характеристика работ.* Сборка объемных узлов с различной погибью, плоскостных секций с погибью в одном направлении и плоскостных секций без погиби больших габаритов из сталей и сплавов. Установка плоскостных конструкций корпуса судна на стапеле. Сборка приспособлений и несложных кондукторов. Проверка несложных конструкций. Разметка деталей корпуса по рейкам и разметка мест установки изделий на секциях с погибью в одном направлении. Развертка простых геометрических фигур. Снятие размеров с места и изготовление шаблонов для несложных деталей. Правка сварных стальных плоскостных конструкций и конструкций из алюминиевых сплавов толщиной от 6 мм и выше. Пневматическая подрубка и газовая подрезка во всех пространственных положениях. Электроприхватка деталей из углеродистых сталей в пространственных положениях и легированных сталей в нижнем положении.

*Должен знать:* методы постройки корпусов судов, строящихся на заводе; основные сведения о плазовой разбивке; технологические и механические свойства судостроительных сталей и сплавов; способы сборки, установки и проверки плоскостных секций с погибью из сталей и сплавов; способы разметки сложных деталей и технологию их обработки; способы правки сварных конструкций в горячем и холодном состоянии; номенклатуру насыщения секций; способы испытаний на непроницаемость; устройство электросварочной аппаратуры, пневматического, газорезательного инструмента, устройство оснастки и



приспособлений для сборки узлов набора и плоскостных секций с погибью: сборочно-сварочных универсальных постелей, электромагнитных стенов с флюсовыми подушками, позиционеров для сборки фундаментов, станков для сборки и сварки таврового набора и др.

#### Примеры работ

##### Узловая и секционная сборка

1. Горловины — установка на плоскую поверхность.
2. Детали насыщения секций: скобы, бонки, планки, кассеты, приварыши — разметка мест установки, установка на поверхности с погибью в одном направлении.
3. Кильблоки под катера и шлюпки — сборка, правка, установка.
4. Коробки кабельные — сборка и установка.
5. Набор продольный и поперечный — сборка по щитам, шаблонам и кондукторам, правка, установка, проверка.
6. Патрубки по второму дну и переборкам — сборка и установка.
7. Полотнища из алюминиевых сплавов — сборка под сварку с ребрами жесткости, кницями, в постелях.
8. Пиллерсы — сборка, проверка.
9. Постели с погибью в одном направлении, кондукторы для сборки шангоутов, приспособления для сборки тавровых узлов — сборка, установка.
10. Рамы и обухи для кантовки и транспортировки секций — установка на конструкциях до 10 т.
11. Секции плоскостные с погибью в одном направлении — сборка, проверка, правка после сварки.
12. Стпель-кондукторы для сборки мелких катеров — сборка-разборка.
13. Узлы тавровые криволинейные длиной до 6 м и прямолинейные свыше 2 м — сборка, проверка, правка после сварки.
14. Фундаменты крепления оборудования — сборка, установка, правка, проверка.
15. Фундаменты малогабаритные под вспомогательные механизмы и электрооборудование — сборка, установка, проверка, правка после сварки.
16. Цистерны прямостенные — сборка.
17. Шахты вентиляционные и тамбуры — сборка.

##### Стпельная сборка

1. Балласт — установка и крепление.
2. Заделки и забойные части ребер жесткости по ответственным судовым конструкциям — установка, правка.
3. Кнехты и киповые планки — установка на болты и под сварку.
4. Комингсы люков — разметка мест установки.
5. Комингсы надстроек, легких выгородок, комингсы входных люков и дверей — установка.
6. Пиллерсы — разметка мест, установка.
7. Решетки машинно-котельного отделения — установка.
8. Секции плоскостные без погиби и с погибью в одном направлении — установка, правка.
9. Съёмные листы неответственных конструкций — установка.

10. Трапы — установка.

11. Фундаменты малогабаритные под вспомогательные механизмы и под электрооборудование — установка.

12. Фундаменты крепления оборудования — установка, проверка, правка.

13. Цистерны из алюминиевых сплавов — установка по месту.

#### Сборщик корпусов металлических судов

##### 4-й разряд

**Характеристика работ.** Сборка плоскостных секций с погибью в двух направлениях, объемных секций и блок-секций средней сложности. Сборка блок-секций из плоскостных секций с погибью в двух направлениях.

Установка и стыкование объемных секций, блок-секций средней сложности. Сборка и установка постелей с погибью в двух направлениях, кондукторов и кантователей средней сложности. Разметка мест установки деталей на секциях с погибью в двух направлениях. Развертка геометрических фигур. Проверка и контуровка собираемых и устанавливаемых плоскостных секций с погибью в одном направлении по рейкам и шаблонам. Правка конструкций сложной конфигурации, наружной обшивки и настила второго дна в районе монтажных стыков, а также конструкций из алюминиевых сплавов и стальных толщиной до 5 мм.

**Должен знать:** разбивку корпуса на плазе — натурную и масштабную; способы разметки и установки по месту сложных узлов; технические условия на разметку; обработку и сборку деталей, узлов, секций, систему допусков, посадок, классов точности и чистоты; методы стыкования блоков средней части корпуса судна; устройство стпель-кондукторов, кантователей, различные формы подготовки кромок под сварку; припуски на объемные секции.

#### Примеры работ

##### Узловая и секционная сборка

1. Детали насыщения (стаканы, фланцы, приварыши, горловины) — разметка мест установки, установка на секциях с погибью в двух направлениях или на цилиндрических, сферических поверхностях.

2. Каналы вентиляционные, шахты и тамбуры сложной конфигурации — изготовление и сборка.

3. Обечайки цилиндрические и конические со сферическими днищами — сборка.

4. Обшивка корпуса с погибью из прочных сплавов — сборка и установка.

5. Патрубки по второму дну и переборкам — сборка и установка.

6. Переборки из прочных сплавов — сборка.

7. Плоскости — установка в конструкцию по заданному углу атаки крыльевых устройств.

8. Постели универсальные для сборки палубных бортовых и днищевых секций — сборка.

9. Постели с погибью в двух направлениях, кантователи и стелды — сборка.

10. Секции плоскостные с погибью в двух направлениях, объемные секции, блок-секции средней части — сборка, проверка, правка.

11. Секции корпуса — нанесение диаметральной плоскости и линий контура.

12. Фундаменты под котлы, подшипники валопроводов и крупногабаритные под вспомогательные механизмы — сборка и установка.

13. Шпангоуты из прочных сплавов — сборка в кондукторе.

14. Рамы и обухи для кантовки и транспортировки конструкций весом свыше 10 т — установка.

#### Стпельная сборка

1. Каналы вентиляционные, шахты и тамбуры сложной конфигурации — установка.

2. Клепты и киновые планки (выдвижные и врезные) — установка.

3. Выгородки мелкие — установка, правка.

4. Обшивка паружная и набор клепаной конструкции — установка.

#### Сборщик корпусов металлических судов

##### 5-й разряд

*Характеристика работ.* Сборка сложных объемных секций и блоков секций. Проверка простых объемных секций. Сборка постелей оконечностей, стпель-кондукторов и сложных кантователей. Установка и стыкование сложных объемных секций, блоков секций, блоков на стпеле. Разметка мест установки узлов на секциях с погибью в двух направлениях.

*Должен знать:* способы сборки монтажных стыков под вертикальную автоматическую сварку; способы проверки сложных кондукторов и кантователей; номенклатуру насыщения секций и блоков механизмами, трубопроводами и оборудованием; причины и величины деформаций при сварке, последовательность стыкования блоков.

##### Примеры работ

#### Узловая и секционная сборка

1. Блоки секций, блоки с погибью в двух направлениях и блоки надстроек — изготовление.

2. Детали насыщения (стулья, стаканы) — установка под углом на коническую часть корпуса, проверка.

3. Дымоходы, дымовые трубы, газопроводы — сборка, правка.

4. Кожухи дымовых труб с погибью в двух плоскостях — сборка.

5. Мачты — сборка, проверка.

6. Патрубки сложной конфигурации эксцентричные — сборка, установка в объемных секциях.

7. Переборки из прочных сплавов — установка.

8. Переборки главные и гофрированные — сборка.

9. Секции днищевые реданные из алюминиевых сплавов — сборка, проверка.

10. Секции надстроек объемные из алюминиевых сплавов — сборка, проверка.

11. Секции корпуса, объемные с погибью в двух направлениях — сборка, проверка.

12. Стпель-кондукторы, постели для сборки секций оконечностей — сборка.

13. Фундаменты под главные механизмы — сборка, проверка, установка.

14. Цистерны из прочных сплавов — сборка.

15. Шпангоуты из прочных сплавов — установка на цилиндрические и конические секции.

16. Штегни различной конструкции — сборка.

17. Клюзы якорные — установка.

18. Переборки главные и гофрированные — установка.

19. Трубы дымовые и проверка.

#### Стпельная сборка

1. Барабаны жесткие — установка.

2. Блоки надстроек из алюминиевых сплавов — установка, проверка и правка наружного контура.

3. Блоки секций и блоки корпуса с погибью в двух направлениях — перемещение, установка, проверка, стыкование.

4. Блоки секций оконечностей из алюминиевых сплавов (сварной и клепаной конструкции) — установка, проверка.

5. Комингсы грузовых люков — установка, стыкование.

6. Листы сварные с погибью и набором из прочных сплавов — установка, стыкование.

7. Фундаменты под главные механизмы — установка, проверка.

8. Штегни различной конструкции — установка, проверка.

#### Сборщик корпусов металлических судов

##### 6-й разряд

*Характеристика работ.* Установка и стыкование на стпеле особо сложных, крупногабаритных объемных секций и блоков-секций. Сборка и проверка особо сложной конструкции стпель-кондукторов, кантователей. Устройство особо сложных приспособлений для сборки и проверки. Выполнение сложных проверочных работ при формировании корпуса по судовым устройствам и механизмам.

*Должен знать:* условия сборки и проверки сварных и клепаных конструкций корпусов судов; процессы сварки; методы стыкования крупных блоков; причины, величину и способы (конструктивные и технологические) уменьшения деформаций особо сложных сварных конструкций; последовательность работ по насыщению секций и блоков; особенности правки конструкций из сталей и сплавов; все способы сборочных и проверочных работ при сборке и установке сложных объемных секций, блоков секций и блоков оконечностей; способы пробивки осевых линий, включая оптический. Методы развертки сложных листов наружной обшивки.

##### Примеры работ

#### Узловая и секционная сборка

1. Обтекатели приборов сложной конструкции из легированных сталей и прочных сплавов — сборка, проверка.

2. Секции оконечностей крупногабаритные сложные — сборка, проверка.



### Стапельная сборка

1. Листы кормового подзора, лейдвуда — установка, проверка.
2. Мортиры, обтекатели, кронштейны и выкружки гребных валов — установка и проверка.
3. Обтекатели приборов из легированных сталей и прочных сплавов — установка.

### Сборщик-достройщик судовой

#### 1-й разряд

*Характеристика работ.* Наметка простых деталей по шаблону. Изготовление и установка мелких деталей крепления. Сборка простых неответственных узлов, а также выполнение работы подручного при сборке узлов средней сложности и установке их на судне. Выполнение простых слесарных операций по обработке зубилом вручную и оциловке, не требующих точности обработки. Маркировка деталей.

*Должен знать:* наименование основных деталей оборудования помещений и дельных вещей; основные сведения об устройстве сборочного, слесарного, измерительного и разметочного инструмента; марки материалов и наименование профилей, применяемых в достроечном цехе; правила обращения с изделиями из алюминиевых сплавов.

#### Примеры работ

1. Болты, гайки — прогонка резьбы, установка и снятие.
2. Детали и изделия неответственные — зачистка стальной щеткой.
3. Детали мелкие простые — планки, кницы, угольники — наметка и изготовление.
4. Крепления оборудования простые — сборка в кондукторе.
5. Прокладки из различных материалов — изготовление по шаблону.
6. Цепочки из проволоки  $\varnothing$  до 3 мм — изготовление.

### Сборщик-достройщик судовой

#### 2-й разряд

*Характеристика работ.* Изготовление и сборка стальных простых узлов, установка и подгонка их по месту, а также установка мелкого неответственного оборудования из пластмасс. Разметка деталей по несложным чертежам. Разметка мест установки неответственных деталей на плоских поверхностях. Обработка несложных деталей: слесарная, на станках и прессах. Прихватка несложных узлов на контактных машинах. Электроприхватка в нижнем положении малоуглеродистых сталей. Заточка сверл и зубил. Пневматическая подрубка, сверление отверстий и нарезка резьбы пневматическим инструментом диаметром до 8 мм в нижнем положении и на станках диаметром до 22 мм. Правка неответственных узлов.

*Должен знать:* номенклатуру основных изделий оборудования помещений, дельных вещей, простые геометрические построения и развертку простых геометрических фигур; способы ручной и станочной обработки простых деталей из металла и пластмасс; принцип работы прессов со сменными штампами, дисковых и вибрационных ножниц, шлифовальных пневматических машин и др.; основные сведения

о свойствах судостроительных сталей и алюминиевых сплавов; приспособления, применяемые при сборке, методы электродуговой газовой, контактной сварки и клепки узлов и изделий, подготовку кромок под сварку.

#### Примеры работ

1. Детали и узлы неответственные (кницы с поясками, бракеты) — установка, правка после сварки.
2. Кассеты кабельные — сборка.
3. Кожухи электротрасс и парового отопления прямые — изготовление и установка.
4. Оборудование из пластмасс: держатели графинов и стаканов, платяные крючки, полки личных вещей, туалетные полки — установка.
5. Подвески кабельные, петли, ограждение коек, штанги запавесей — изготовление.
6. Сетки противопожарной изоляции с креплением — изготовление и установка.
7. Скоб-трапы — изготовление и установка.
8. Стаканы — изготовление.
9. Фланцы и сетки вентиляционные — изготовление.

### Сборщик-достройщик судовой

#### 3-й разряд

*Характеристика работ.* Изготовление, сборка и установка на судне изделий и дельных вещей средней сложности из металла, а также сборка и установка изделий из готовых пластмассовых деталей.

Разметка деталей средней сложности по чертежу и месту. Изготовление емкостей и узлов средней сложности из легированных сталей, сплавов и цветных металлов. Слесарная обработка изделий и узлов средней сложности. Разметка мест установки по чертежам средней сложности или пользование безразметочным методом при установке изделий. Пользование точными измерительными и проверочными инструментами. Припиливание и шабрение плоскостей. Резка, гибка, холодная штамповка тонколистовых изделий на прессах, вальцах и станках. Сверление отверстий и нарезка резьбы в прочных материалах. Электроприхватка деталей из малоуглеродистых сталей во всех пространственных положениях и деталей из легированных сталей и сплавов в нижнем положении. Пневматическая подрубка во всех пространственных положениях. Сварка деталей из сталей, сплавов и цветных металлов. Правка ответственных сварных изделий.

*Должен знать:* конструкцию изделий оборудования помещений, дельных вещей и устройств для судов, строящихся на заводе; способы разметки деталей по чертежу, месту и разметочному плазу; развертки геометрических фигур средней сложности; устройство оборудования для резки, гибки листового и профильного материала, пневматического инструмента для сверления отверстий, заворачивания винтов, гаек и зачистки кромок; технологические свойства судостроительных сталей и алюминиевых сплавов, применяемых при достроечных работах; последовательность изготовления, сборки, монтажа-установки сложных изделий оборудования помещений; правила обработки алюминиевых сплавов, легированных сталей и изделий из пластмасс; спо-

способы снятия шаблонов с места и с плазы; способы подготовки кромок конструкций под электродугую, газовую и контактную сварку, правила испытаний на водонепроницаемость.

### Примеры работ

1. Арматура воздухопроводов судовой вентиляции пластмассовая — сборка из готовых деталей.
2. Вентиляция общесудовая: цилиндрические и призматические трубы прямые — изготовление. Отводы штампованные и сварные, отступы цилиндрические и призматические, каналы вентиляционные прямые — изготовление, сборка и монтаж.
3. Верстаки, кильблоки, койки, стеллажи, стулья — изготовление, сборка и установка.
4. Вьюшки стальные и из пластмасс — изготовление (стальных) и установка.
5. Двери легкие — изготовление и сборка.
6. Детали крепления электрокабелей, электроприборов и оборудования — изготовление, разметка мест и установка.
7. Иллюминаторы и оконницы иллюминаторов в средней части судна без погиби из металла и пластмасс — изготовление и установка.
8. Кабельные коробки, решетки кингстонные — изготовление и установка.
9. Киповые планки, кнехты — сборка и установка.
10. Комингсы мебели — установка.
11. Кондукторы и приспособления средней сложности для сборки решеток машинно-котельного отделения и фланцев — изготовление и сборка.
12. Листы откидные — изготовление и установка.
13. Обрешетник и зашивка изоляции по борту из металла и слоистого пластика — изготовление и установка.
14. Панели прямые и с погибью — изготовление и установка.
15. Решетки настила полов машинно котельных отделений — изготовление и сборка.
16. Рундуки и шкафы — установка.
17. Трапы вертикальные и наклонные из металла и пластмасс — изготовление, сборка (металлических) и установка.
18. Узлы судовой мебели: дверцы, полки, рамы, тумбы, ящики — изготовление и сборка.
19. Устройства лесрные и тентовые — изготовление и установка.
20. Фундаменты и кронштейны сложные под приборы — разметка, изготовление и установка.
21. Шпильки — разметка мест установки по чертежам и установка.

### Сборщик-достройщик судовой

#### 4-й разряд

**Характеристика работ.** Изготовление, сборка и монтаж сложных узлов, изделий, установка сложного оборудования помещений под электродугую, контактную и газовую сварку, клепку.

Выполнение сложной разметки деталей по плазу и точной слесарной обработки сложных деталей. Сложная разметка мест установки или пользование безразметочным методом при установке сложных изделий. Размещение и установка оборудования в насыщенных помеще-

ниях, а также деталей крепления ЗИП и предметов снабжения. Проверка положения устанавливаемых изделий от контрольных или базовых линий. Изготовление емкостей сложной конфигурации из легированной стали, сплавов и цветных металлов. Изготовление изделий из углеродистой стали с криволинейными осями и переходными конфигурациями. Сборка изделий из пластмассовых деталей, заготовок и материалов. Электроприхватка легированных сталей и сплавов во всех пространственных положениях.

Выполнение разметки и точной слесарной обработки деталей судовой мебели и дельных вещей; обработки деталей на прессах и станках, установленных в цехе. Сборка, электроприхватка, сверловка, клепка и сдача судовой мебели и дельных вещей (клепаных и сварных конструкций) с использованием необходимых инструментов и оборудования. Окраска мест соединений. Сварка на контактных сварочных машинах ответственных деталей и узлов из углеродистых и легированных сталей, сплавов и цветных металлов, требующих герметичности сварных соединений.

**Должен знать:** плазовую натурную и масштабную разбивку; разметочный плаз, способы разметки сложных деталей, макетирование; принцип взаимозаменяемости и унификации; назначение и метод применения контрольно-измерительного инструмента и приборов; устройство комбинированных и сложных многооперационных прессов для резки, гибки и сварки деталей; технологическую последовательность работ по монтажу механического оборудования, устройств и систем на судне; технические условия изготовления, сборки и монтажа установки сложных изделий судовой мебели, дельных вещей и оборудования; способы изготовления судовой мебели и дельных вещей; технологическую последовательность разметки, обработки, изготовления и сборки изделий судовой мебели и дельных вещей; допуски и припуски при обработке и сборке деталей судовой мебели и дельных вещей.

### Примеры работ

1. Арматура воздухопроводов судовой вентиляции — изготовление и монтаж.
2. Вентиляция судовая: отводы цилиндрические из звеньев, тройники призматические и конические, переходы конические и клиновидные, каналы вентиляционные с погибом — изготовление и монтаж.
3. Выгородки легкие со скользящим соединением — установка.
4. Зашивка из металла и слоистого пластика в жилых и других помещениях по подволоку, в парадных помещениях, шумопоглощающая в спецпомещениях, оцинкованная в рефрижераторных помещениях — изготовление и установка.
5. Зашивка противопожарная низов дымохода — изготовление и установка.
6. Конструкции радиомачт, сигнальных мачт — изготовление, сборка и монтаж.
7. Иллюминаторы и оконницы иллюминаторов в оконечностях судна с погибью из металла и пластмасс — установка и сдача на непроницаемость.
8. Кожухи электрогресс и парового отопления с двумя и более погибами в разных плоскостях — изготовление по месту и установка.



9. Крышки люков и двери сложные с центральным задриванием — изготовление и испытание на непроницаемость при изготовлении.

10. Листы откидные на сферической поверхности из легированной стали — изготовление и установка.

11. Люки светлые — изготовление деталей и сборка крышек.

12. Оборудование разное и мебель металлическая — изготовление, сборка и установка.

13. Обрешетник и настил полов машинно-котельных отделений — изготовление и установка.

14. Перегрузатели и рольганги сложные — изготовление.

15. Переборки легкие из различных металлов — изготовление.

16. Помещения судна — сдача под изоляцию.

17. Стеллажи сложной конструкции местные — изготовление и установка.

18. Трубы дымовые — изготовление и установка.

19. Устройства якорные и грузовые — монтаж и сдача.

20. Фундаменты и крепления приборов, устанавливаемые на сферическую поверхность и требующие проверки — разметка и установка.

21. Шахты вентиляции несложной конфигурации — изготовление.

22. Шаблоны сложные с допуском  $\pm 1$  мм — изготовление.

23. Швартовное, леерное и спасательное устройства (убирающиеся, сложные) — изготовление и монтаж.

#### Сборщик-достройщик судовой

##### 5-й разряд

*Характеристика работ.* Сборка, проверка и монтаж особо сложных узлов, изделий судового оборудования, устройств и систем с подгонкой по месту и испытанием. Пользование плазовой разбивкой корпуса. Разметка мест установки по сложным чертежам или плазу наиболее сложных изделий. Изготовление особо сложных кондукторов и приспособлений. Изготовление из легированных сталей, цветных металлов и сплавов (а также биметалла) особо сложных изделий с криволинейными осями и переходными конфигурациями. Изготовление сложных изделий из пластмассовых деталей, заготовок и материалов.

Выполнение разметки, точной слесарной обработки, изготовление и полная сборка наиболее сложных изделий судовой мебели и дельных вещей с использованием станочного оборудования, сложных кондукторов и приспособлений. Определение последовательности сборки особо сложных изделий при отсутствии технологического процесса. Пользование сложным контрольно-измерительным инструментом. Изготовление из стали различных марок, цветных металлов и сплавов особо сложных предметов судовой мебели и дельных вещей с криволинейными осями и переходными конфигурациями.

*Должен знать:* способы разметки особо сложных деталей; последовательность изготовления, сборки, установки и монтажа особо сложных изделий оборудования помещения, устройства, дельных вещей, воздухопроводов вентиляции; причины и величины деформаций при сварке; технологию склейки деталей и узлов из металлов и из пластмасс. Способы изготовления особо сложной судовой мебели и дельных вещей; технологическую последовательность и различные способы выполнения разметки, обработки, изготовления и сборки из наиболее сложных узлов и деталей предметов судовой мебели и дель-

ных вещей; системы допусков и посадок по ГОСТ; устройство прессового, станочного и сварочного оборудования; причины, величины и способы уменьшения и устранения сварочных деформаций при изготовлении особо сложных изделий судовой мебели и дельных вещей.

#### Примеры работ

1. Вентиляция судовая (забойные трубы с погибами в трех плоскостях) — изготовление и монтаж.

2. Водогазонепроницаемые крышки, двери и шкафы — монтаж и сдача на непроницаемость.

3. Дымоходы и газоотводы с погибами — изготовление, установка, монтаж.

4. Иллюминаторы с выдвигаемым устройством — монтаж и испытание.

5. Люковые закрытия механизированные — установка, монтаж и испытание.

6. Макеты волноводного тракта с двумя погибами забойные — изготовление и установка.

7. Обтекатели специальных устройств — установка и монтаж.

8. Отводы с переходными сечениями из легированной стали — изготовление.

9. Стеллажи спецназначения — изготовление, установка и сдача в действие.

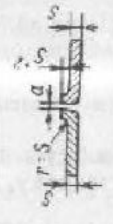
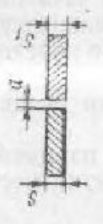


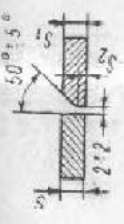
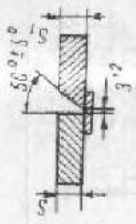
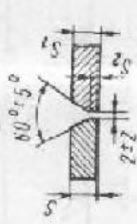
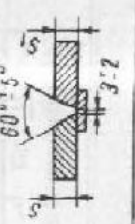
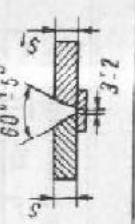
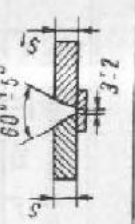
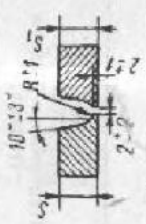
10. Трапы парадные заборные и в парадных помещениях — изготовление, разметка мест под установку, установка — монтаж и испытание.

11. Трубы волноводного тракта забойные с двумя и более погибами — монтаж и испытание.

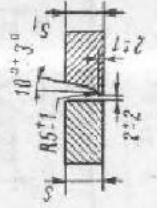
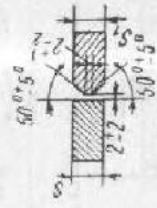
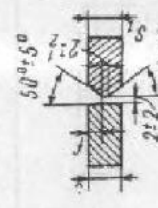
12. Шахты вентиляции сложной конфигурации — монтаж и испытание.

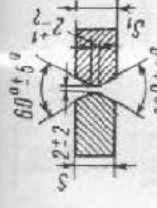
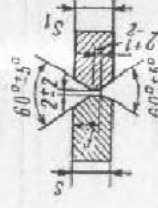
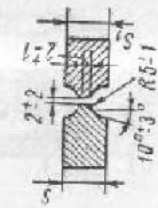
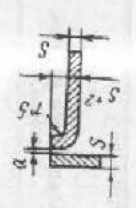
**Приложение II**  
**КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОДГОТОВКИ КРОМОК СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**  
 Ручная электродуговая сварка (по ГОСТ 5264-58)

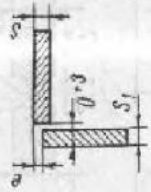
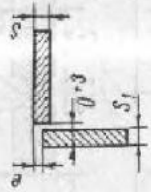
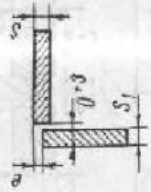
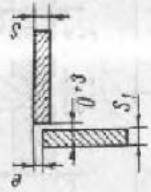
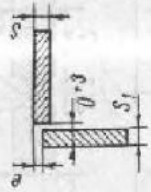
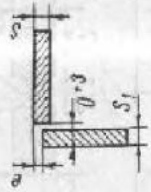
Таблица П.1.1

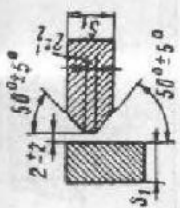
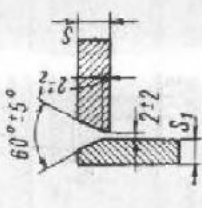
Условное обозначение		Наименование шва	Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм	
графическое	буквенно-цифровое				
<b>1. Швы стыковых соединений <math>S = S_1</math></b>					
Л	C1	С отбортовкой, односторонний		S	1-2 3
				a	0+1 0+1,5
Л	C2	Без скоса кромок, двусторонний		S	3-3,5 4-5,5
				a	1+0,5 -1,0 1,5+0,5 -1,0
Л	C3	Без скоса кромок, односторонний		S	1-1,5 2-3,5
				a	0,5±0,5 1±1,0
Л	C4	Без скоса кромок, односторонний, с подкладкой		S	3-3,5 4-5,5
				a	0,5±0,5 1±1,0
У	C5	V-образный со скосом одной кромки, двусторонний		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2
У	C6	V-образный со скосом одной кромки, односторонний		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2
У	C7	V-образный со скосом одной кромки, односторонний с подкладкой		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2
У	C8	V-образный со скосом двух кромок, двусторонний		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2
У	C9	V-образный со скосом двух кромок, односторонний		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2
У	C10	V-образный со скосом двух кромок, односторонний с подкладкой		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2
У	C11	V-образный с криволинейным скосом двух кромок, двусторонний		S	3-7 8-26
				S <sub>2</sub>	2+1 -2



Условное обозначение		Наименование шва	Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм
графическое	буквенно-цифровое			
Р	С12	V-образный с криволинейным скосом одной кромки, двусторонний		$S = 20 \div 60$
К	С13	K-образный с двумя скосами одной кромки, двусторонний, симметричный		$S = 12 \div 40$
К	С14	K-образный с двумя скосами одной кромки, односторонний, несимметричный		Размер $f$ указывается в чертеже $S = 12 \div 40$

Х	С15	X-образный с двумя скосами двух кромок, двусторонний, симметричный		$S = 12 \div 60$
Ж	С16	X-образный с двумя скосами двух кромок, двусторонний, несимметричный		Размер $f$ указывается в чертеже $S = 12 \div 60$
У	С17	У-образный с двумя криволинейными скосами двух кромок, двусторонний		$S = 30 \div 60$
2. Швы угловых соединений				
Л	У1	С отбортовкой, односторонний		S a 1-2 0+1 3 1+1.5

Условное обозначение		Наименование шва	Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм
графическое	буквенно-цифровое			
⌈	У2	Без скоса кромок, двусторонний, впритык (при $l = 0 \div \frac{S}{2}$ )		$S = 2 \div 8$ $S_1 = 2 \div 8$
⌋	У3	Без скоса кромок, односторонний, впритык		$S = 1 \div 6$ $S_1 = 2 \div 6$
△	У4	Без скоса кромок, двусторонний (при $l = \frac{S}{2} \div S$ )		$S = 2 \div 30$ $S_1 = 2 \div 30$
△	У5	Без скоса кромок, односторонний		$S = 1 \div 30$ $S_1 = 2 \div 30$
∪	У6	Со скосом одной кромки, двусторонний		$S = 4 \div 7$ $S_1 = 8 \div 26$
∪	У7	Со скосом одной кромки, односторонний		$S_2 = 1 \div 1,0$ $S_1 = 2 \div 2$
				$S_1 = 4 \div 26$

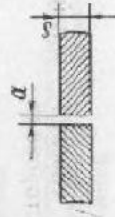
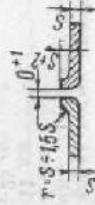
К	У8	С двумя скосами одной кромки, двусторонний		$S = 12 \div 60$ $S_1 = 12 \div 60$
У	У9	Со скосом двух кромок, двусторонний		$S = 12 \div 26$ $S_1 = 12 \div 26$
∪	У10	Со скосом двух кромок, односторонний		
3. Швы тавровых соединений				
△	Т1	Без скоса кромок, двусторонний	См. эскиз на стр. 410	$S = 2 \div 30$ $S_1 \geq S$



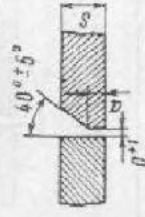
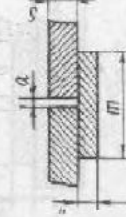


Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом  
(по ГОСТ 8713—58)

Условное обозначение		Подготовка кромок (закна)	Размеры, мм							
графическое <sup>1</sup>	буквенно-цифровое		индекс способа сварки <sup>2</sup>							
<b>1. Швы стыковых соединений</b>										
Л	С1	А или П	A или П	$S = 1,5 \div 3$						
				S	2	3	4	5—20		
Л	С2	Аф	А или П	a	$0^{+0,3}$	$0^{+0,5}$	$0^{+0,8}$	$0^{+1,0}$		
				S	2	3—6	7—22	30	40	50
				a	$0^{+1}$	1±1	2±2	6±1	8±1	10±1
				S	2	3—5				
Л		Ар или Пр	А или П	a	$0,5 \pm 0,5$			1±1		
				S	2	3	4	5		
				a	$0^{+0,3}$	$0^{+0,5}$	$0^{+0,8}$	$0^{+1,0}$		
				S	2	3—5				



С3	Аф	А или П	S	2	3—4	5—6	7—10	
			a	$0^{+1}$	1±1	1,5±1	2±1,5	
Л	С4	Ас или Пс	А или П	S	4	5—6	7—10	
				a	$1^{+0,5}$	1,5±1	2±1	
				S	2—3	4—5	6—8	9—12
				a	1,5±1	2±1	3±1,5	4±1,5
Л	С5	А	А или П	m	15	20	25	30
				$n = 3 \div 6$				
Л	С5	А	А или П	S	14—16	18—20		
				p	6±1	7±1		



<sup>1</sup> Графическое и буквенно-цифровое обозначения соответствуют наименованию шва согласно табл. П.1.

<sup>2</sup> Устанавливаются следующие условные обозначения способов сварки:

А — автоматическая сварка под флюсом без подкладок, подушек и ручной подварки;

Аф — автоматическая сварка под флюсом на флюсовой подушке;

Ас — автоматическая сварка на флюсо-металлической подкладке;

Ар — автоматическая сварка на стальной подкладке;

Апр — автоматическая сварка с ручной подваркой с одной стороны;

П — полуавтоматическая сварка с ручной подваркой корня шва с двух сторон;

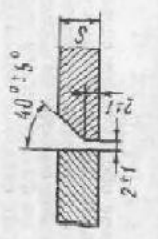
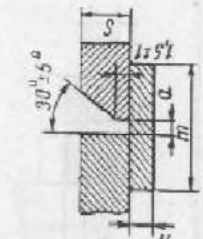
Пс — полуавтоматическая сварка под флюсом без подкладок, подушек и ручной подварки;

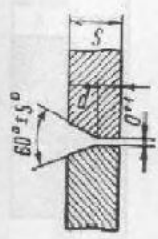
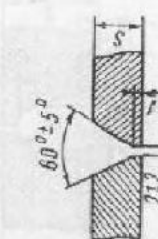
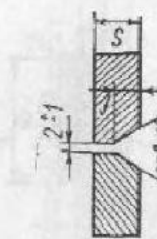
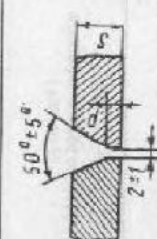
Прр — полуавтоматическая сварка под флюсом на стальной подкладке;

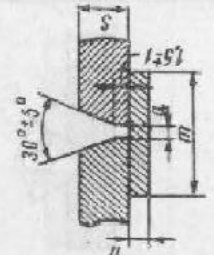
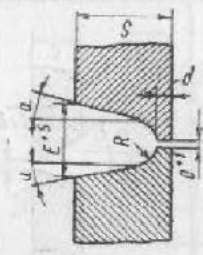
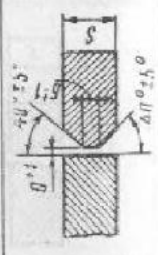
Ппр — полуавтоматическая сварка под флюсом на ручной подварке;

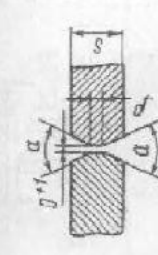
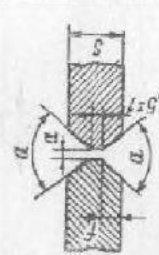
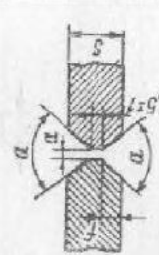
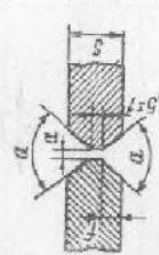
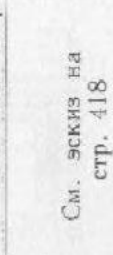
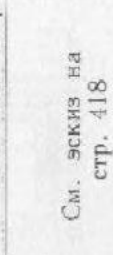
Ппрр — полуавтоматическая сварка под флюсом с ручной подваркой корня шва с двух сторон.



Условное обозначение		Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм					
графическое	буквенно-цифровое		индекс способа сварки	S	a	n	m <sub>нзкн</sub>	
V	С6	Аф или Ам		8—12	14—16	18—20	22—24	26—30
				S	8—12	14—16	18—20	22—24
V	С7	Ас или Пс		2±1	3±1,5	4±1,5	5±1,5	6
				a	2±1	3±1,5	4±1,5	5±1,5
				n	2	4	6	
				m <sub>нзкн</sub>	30	40	50	

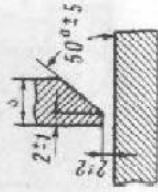
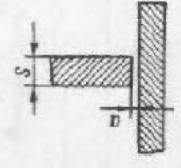
V	С8	Ар или Пр		S	14—16	18—20	22—24	
				a	14—16	18—20	22—24	
V	С8	Арр или Прр		S	14—16	18—20	22—24	
				a	14—16	18—20	22—24	
				n	6±1	7±1	8±1	
				m <sub>нзкн</sub>	30	40	50	
V	С9	Аф или Ам		S	5—7	8—9	10—12	14
				a	5—7	8—9	10—12	14
V	С9	Аф или Ам		f	3±1	4±1	5±1	8±1
				f	3±1	4±1	5±1	8±1
				S	8—12	14—24		
				P	3±1	4±1		

Условное обозначение		Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм					
графическое <sup>1</sup>	буквенно-цифровое		индекс способа сварки <sup>2</sup>	S	14÷16	18÷20	22÷24	26÷30
У	С10		Ас или Пс	2±1	3±1,5	4±1,5	5±1,5	
				Р <sub>вннн</sub>	3	4	6	
У	С11		А	S	30—55	5—65	70—100	110—130
				α	13°±2°	12°±2°	10°±2°	
				p	5±1	8±1		
				R	5±1	8±1		
К	С13		А	E	$\approx \frac{S}{2} + 4$	$\approx \frac{S}{2} - 7$		
					S = 20÷30			

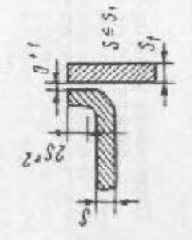
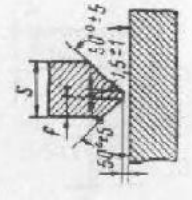
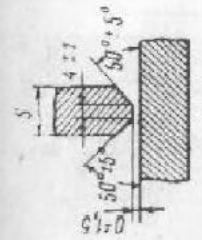
Х	С15		S	20—22	24—28	30—60			
				α	60°±5°	50°±5°			
				p	6±1	8±1	6±1		
Ж	С16		При полуавтоматической сборке p = 4±1						
			S	24—28	30—60				
Ж	С16		Аф	α	60°±5°	50°±5°			
				S	16—26	28—36	38	40—50	52—60
				α	50°±5°	45°±4°	40°±3°		
				a	2±1	3±1			
Ж	С16		f	8±1	9±1	10±1			
2. Швы тавровых соединений									
Ж	Т1		А или П	S	3	4—5	6—9	10—40	
				a	0±0,8	0±1	0±1,5	0±2	
Ж	Т4		См. эскиз на стр. 418						



Условное обозначение		Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм			
графическое	буквенно-цифровое		индекс способа сварки	Т	Ар или Пр	
△	T1	II	S	3—5	6—10	12—20
			a	0 <sup>+1,5</sup>	0 <sup>+2</sup>	0 <sup>+3</sup>
△	T2	II	S	2	4—5	6—9
			a	0 <sup>+0,6</sup>	0 <sup>+0,8</sup>	0 <sup>+1,5</sup>
△	T3	II	S	2	3	4—5
			a	0 <sup>+0,6</sup>	0 <sup>+0,8</sup>	0 <sup>+1</sup>
⊙	T5	II	S	2	3	4—5
			a	0 <sup>+0,6</sup>	0 <sup>+0,8</sup>	0 <sup>+1</sup>
⊙	T6	II	S	2	3	4—5
			a	0 <sup>+0,6</sup>	0 <sup>+0,8</sup>	0 <sup>+1</sup>
⊙	T7	II	S	2	3	4—5
			a	0 <sup>+0,6</sup>	0 <sup>+0,8</sup>	0 <sup>+1</sup>
∪	T8	Ar или Пр	S = 10±24			



Условное обозначение		Подготовка кромок (эскиз)	Размеры, мм			
графическое	буквенно-цифровое		индекс способа сварки	Т	Ар или Пр	
K	T10	A или П	S	20—24	26—28	30—34
			f	7±1	8±1	10±1
K	T11	Ar или Пр	S = 16±40			



3. Швы угловых соединений

S = 1,5±3,0





Приложение III

ОБОЗНАЧЕНИЯ УСЛОВНЫЕ НА КОРПУСНЫХ ЧЕРТЕЖАХ

I. Основные обозначения

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Пример
1	Мидель-шпангоут		
2	Диаметральная плоскость	ДП	
3	Основная линия	ОЛ	
4	Конструктивная ватерлиния	КВЛ	
5	Верхняя палуба	ВП	
6	Нижняя палуба	НП	
7	Платформа	Платф.	
8	Шпангоут, шпангоуты	шп.	Переборка на 64 шп.
9	Базовая линия	БЛ	
10	Правый борт	ПрБ	Вид на ПрБ
11	Левый борт	ЛБ	Вид на ЛБ
12	Смотря в нос	см. в нос	При 89 шп. (см. в нос)
13	Смотря в корму	см. в корму	При 89 шп. (см. в корму)

II. Обозначения листов и профилей

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Пример
1	Лист	Указанием толщины ( $\delta$ ) или толщины, ширины и длины ( $\delta + b + l$ )	$8 - 10$ или $10 \times 1200 \times 7000$
2	Полоса	Указанием толщины и ширины или толщины, ширины и длины ( $\delta \times b \times l$ )	$8 \times 160$ или $8 \times 160 \times 5000$
3	Угольник (равнобокий и неравнобокий)	с указанием ширины полок и толщины	$\angle 30 \cdot 30 \times 4$ $\angle 75 \times 50 \times 6$
4	Швеллер	с указанием номера профиля	$\angle 22^{\#}$
5	Двутавр	с указанием номера профиля	$\text{I} 30$
6	Полособульб	с указанием номера профиля	$\text{P} 10^{\#}$
7	Зетовый профиль	с указанием номера профиля	$\text{Z} 6/4$
8	Тавр сварной	с указанием размеров стенки и полки	$\text{T} \frac{6 \times 250}{8 \times 150}$
9	Труба	с указанием наружного диаметра и толщины стенки	$\bigcirc 108 \times 5$
10	Стержень крупного сечения	с указанием диаметра	$\bullet 60$
11	Стержень сегментного или полукруглого сечения	с указанием ширины и высоты	$\bullet 40 \times 14$
12	Рифленный лист или полоса	Слово «Рифл» перед обозначением размеров листа или полосы	Рифл-5 или рифл $5 \times 600 \times 5000$

III. Обозначения элементов и видов соединений металлических конструкций

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Пример
1	Диаметр заклепки или гужона	$d$ или $\varnothing$	$d = 24$ или $\varnothing 24$ мм
2	Шаг заклепки или гужона	$t$ (указывают кратным диаметром или в мм)	$t = 4,5d$ ; $t = 60$ мм
3	Заклепки	зак	10 зак $d = 14$
4	Гужоны	гуж	20 гуж $d = 30$
5	Расположение заклепок или гужонов: цепное шахматное	цепи шахм	2 ряда цепи 3 » шахм
6	Число рядов заклепок или гужонов по стыковым и пазовым перекроям		
7	То же, по стыковым и пазовым планкам		
8	Стыки и пазы листов, изображаемые в профиль		
9	Накладные листы	Штриховкой кромок накладных листов	

Продолжение

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Пример
10	Стыки простых и составных профилей		
11	Стыки простых и составных профилей	(допускается не обозначать стык профилей специальным знаком, если это не требуется для удобства чтения чертежа)	
12	Монтажные стыки и пазы секций		
13	Монтажные стыки и пазы секций		






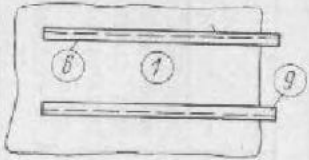
## IV. Обозначения набора на схемах и чертежах малого масштаба

№ п. п.	Наименование	Обозначение	Пример
1	Основной набор: шпангоуты, бимсы, стойки, ребра жесткости	Тонким штрих-пунктиром	
2		Тонкой штриховой линией	
3	Составные балки: карленгсы, рамные бимсы, рамные шпангоуты, бортовые стрингеры, днищевой набор при отсутствии двойного дна	Толстым штрих-пунктиром с двумя точками	
4		Толстым штрих-пунктиром	

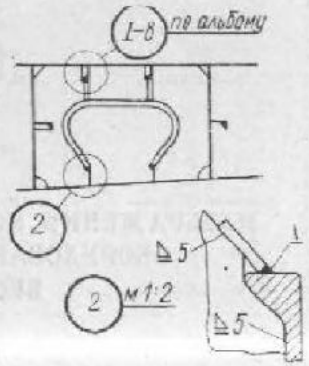
## Продолжение

№ п. п.	Наименование	Обозначение	Пример
5	Прочные и легкие переборки, палубы, платформенные	Толстой сплошной линией	
6		Толстой штриховой линией	
7	Концы профилей набора (кроме стоек)	Стрелками на линии условного обозначения набора	

V. Прочие обозначения

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Пример
1	Кница или бракета	Указанием толщины или трех размеров ( $\delta \times b \times l$ )	$\delta = 12$ или $200 \times 200 \times 12$
2	Кница или бракета с фланцем	То же, с добавлением «фл» и с указанием ширины фланца	$\delta = 12$ фл 60 или $200 \times 200 \times 12$ фл-60
3	Кница или бракета с приваренным пояском	В виде дроби: в числителе — размеры кницы, в знаменателе — ширина и толщина пояса. В рабочих чертежах размеры кницы и пояса указывают раздельно	$\frac{160 \times 160 \times 4}{40 \times 4}$
4	Обозначение пиллерсов в плане	под палубой	Окружностью 
		на палубе	Сплошным кружком 
		на палубе и под палубой	Окружностью с концентрическим сплошным кружком 
5	Номер детали по спецификации к чертежу	Числом в кружке (диам. 8 мм), поставленным на изображении детали или рядом с изображением, которое в этом случае соединяют с кружком выносной линией	

Продолжение

№ п.п.	Наименование	Обозначение	Пример
6	Номер узла и выносной узел	Номер узла в кружке (диам. 15 мм, толщиной 1 мм). При выносном узле кружок дополняют подкой (длиной 15 мм, толщиной 1 мм). При использовании узлов из альбомов типовых конструкций в кружке проставляют условное обозначение узла по альбому, а на полке у кружка — слова «по альбому»	

Кнехты и киповые планки

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Кнехт прямой			
Кнехт двойной крестовый			
Киповая планка прямая			
Киповая планка с одним роульсом			
Киповая планка с двумя роульсами			

Приложение IV

ИЗОБРАЖЕНИЯ УСЛОВНЫЕ УПРОЩЕННЫЕ ИЗДЕЛИЙ  
ОБОРУДОВАНИЯ, УСТРОЙСТВ И ДЕЛЬНЫХ  
ВЕЩЕЙ НА ЧЕРТЕЖАХ

Горловины и люки

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Горловина овальная на палубе			
Люк сходной у наклонного трапа			
Люк сходной у вертикального трапа			
Люк световой с наклонными крышками			

Иллюминаторы и форточки

Иллюминатор бортовой			
Иллюминатор рубочный прямоугольный			
Форточка в переборке, открываемая вбок			



Трапы и тамбуры

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Трап наклонный			
Трап наклонный с поручнями			
Трап вестибюльного типа			
Трап вертикальный			
Скоб-трап			
Тамбур схода вниз			

Двери

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Дверь металлическая одностворчатая непроницаемая одностороннего открывания			
Дверь металлическая одностворчатая проницаемая двустороннего открывания			
Дверь металлическая одностворчатая проницаемая с иллюминатором			
Дверь металлическая двустворчатая одностороннего открывания			
Дверь металлическая двустворчатая двустороннего открывания			
Дверь металлическая, сдвигаемая влево (клинкетная)			
Дверь деревянная одностворчатая (на металлической и деревянной переборках) одностороннего открывания			
Дверь деревянная одностворчатая (на металлической и деревянной переборках) одностороннего открывания со стеклом			

Койки и мебель

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Рундук-койка			
Кровать			
Койка одноярусная			
Койка двухъярусная			
Стол обеденный на тумбах			
Стол письменный на тумбе и ножках (с ящиками)			
Стол канцелярский			
Стол-тумбочка			
Шкаф для платья одноместный			
Шкаф для платья двухместный			
Шкаф для платья и белья с зеркалом			

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Пианино			
Стол жесткий			
Стол полумягкий			
Кресло винтовое жесткое			
Кресло вращающееся мягкое			
Табурет винтовой			
Кресло мягкое			
Диван мягкий			
Табурет складной			

Оборудование для приготовления и хранения пищевых продуктов и питьевой воды

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Плита камбузная с электрическим отоплением			
Плита электрокамбузная с бачками			
Котел камбузный (паровой или электрический)			
Печь хлебопекарная секционная (число секций на плане указывают цифрой)			
Кипятильник			
Лагун питьевой воды с поддоном			
Электрохолодильник			
Шкаф-ларь			
Стол камбузный			
Стол камбузный с мойками			

Оборудование санузлов

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Ванна			
Насадка душевая			
Кабина для душа			
Умывальник (при холодном и горячем водоснабжении изображают два крана)			
Умывальник угловой			
Раковина желобчатая			
Унитаз			
Писсуар			
Чаша «Генгю»			
Скамья деревянная в бане, душе и раздевальной			



Разное оборудование

Наименование	Изображение		
	План	Боковой вид	Поперечный вид
Головка вентиляционная эжекторная			
Головка вентиляционная раструбная			
Дымоход угольный прямоугольный			
Трубы прямоугольные: элеватора — Э вентиляционная — В			
Настил машинных отделений из рифленой стали			
Решетки площадок			
Настил деревянный продольный			
Ограждение леерное			
Якорь-цепь Цепь леерная			

Приложение V

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Латинский алфавит

Aa — а	Jj — йот	Ss — эс
Bb — бе	Kk — ка	Tt — тэ
Cc — це	Ll — эль	Uu — у
Dd — де	Mm — эм	Vv — ве
Ee — е	Nn — эн	Ww — дубль-ве
Ff — эф	Oo — о	Xx — икс
Gg — ге	Pp — пе	Yy — игрек
Hh — аш	Qq — ку	Zz — зет
Ii — и	Rr — эр	

Греческий алфавит

Aa — альфа	I — иота	Pp — ро
Bb — бета	Kk — каппа	Σσ — сигма
Γγ — гамма	Λλ — ламбда	Ττ — тау
Δδ — дельта	Μμ — ми	Φφ — фи
Ee — эпсилон	Νν — ни	Χχ — хи
Zz — дзета	Ξξ — кси	Υυ — ипсилон
Ηη — эта	Οο — омикрон	Ψψ — пси
Θθ — тэта	Ππ — пи	Ωω — омега

Цифры

Римские	Арабские	Римские	Арабские	Римские	Арабские
I	1	XIII	13	LXX	70
II	2	XIV	14	LXXX	80
III	3	XV	15	XC	90
IV	4	XVI	16	C	100
V	5	XVII	17	CC	200
VI	6	XVIII	18	CCC	300
VII	7	XIX	19	CD	400
VIII	8	XX	20	D	500
IX	9	XXX	30	DC	600
X	10	XL	40	DCC	700
XI	11	L	50	DCCC	800
XII	12	LX	60	CM	900
				M	1000

Численные значения часто встречающихся величин

Величина	Численное значение	Величина	Численное значение
$\pi$	3,14159	$g$	9,81
$\frac{\pi}{2}$	1,57080	$g^2$	96,24
$\frac{\pi}{3}$	1,04720	$\sqrt{g}$	3,132
$\frac{\pi}{4}$	0,78540	$\frac{1}{2g}$	0,051
$\pi^2$	9,86960	$\sqrt{2g}$	4,43
$\pi^3$	31,00628	$\pi \sqrt{g}$	9,84
$\frac{1}{\pi}$	0,31831	$\pi \sqrt{zg}$	13,91
$\frac{1}{\pi^2}$	0,10132	$\lg g$	0,992
$\sqrt{\pi}$	1,77245	$e$	2,71828
$\sqrt{2\pi}$	2,50663	$\frac{1}{e}$	0,36788
$\pi \sqrt{2}$	4,44288	$e^2$	7,38906
$\sqrt{\frac{\pi}{2}}$	1,25331	$\sqrt{e}$	1,64872
$\sqrt[3]{\pi}$	1,46459	$M = \lg e = \frac{1}{\ln 10}$	0,43429
$\sqrt[3]{\frac{\pi}{2}}$	1,16245	$\frac{1}{M} = \frac{1}{\lg e} = \ln 10$	2,30258
$\sqrt[3]{2\pi}$	1,84526	$\text{arc } 1^\circ = \frac{\pi}{180}$	0,017453
$\lg \pi$	0,49715	1 радиан	$57^\circ 17' 45'' = 57,2958^\circ$
$\ln \pi$	1,14473		

Перевод английских мер в метрические

Наименование мер и единичные соотношения	Английское название	В метрических мерах
<b>1. Меры длины</b>		
1 англ. миля = 1760 ярдам	statute mile	1,6093 км
1 англ. морская миля = 6080 футов	nautical mile	1,8532 км
1 ярд = 3 футам = 36 дюймам	yard	0,9144 м
1 фут = 12 дюймам	foot (ft)	0,3048 м
1 дюйм	inch (in)	2,54 см
1 англ. морская сажень = 6 футам	fathom	1,8288 м
1 кабельтов = 0,1 морск. мили	cable's length	185,3 м
<b>2. Меры поверхности</b>		
1 кв. англ. миля = 640 акрам	square mile	259 га = 2,59 км <sup>2</sup>
1 акр = 4840 кв. ярдам	acre	0,4047 га
1 кв. ярд = 9 кв. футов	square yard	0,8361 м <sup>2</sup>
1 кв. фут = 144 кв. дюймам	square foot	9,290 дм <sup>2</sup>
1 кв. дюйм	square inch	6,452 см <sup>2</sup>

Наименование мер и единичные соотношения	Английское название	В метрических мерах
<b>3. Меры объема</b>		
1 регистр. тонна = 100 куб. футов 1 куб. ярд = 27 куб. футов 1 куб. фут = 1728 куб. дюймов 1 куб. дюйм	register ton cubic yard cubic foot cubic inch	2,832 м <sup>3</sup> 0,764555 м <sup>3</sup> 0,02832 м <sup>3</sup> 16,387 см <sup>3</sup>
<b>4. Меры емкости</b>		
1 квартал = 64 галлонам = 8 бушелям 1 бушель = 8 галлонам 1 галлон = 4 квартам 1 кварта = 2 пинтам 1 пинта	quarter bushel imperial gallon quart pint	290,94 л 36,368 л 4,546 л 1,1365 л 0,56825 л
<b>5. Меры веса</b>		
1 англ. тонна = 20 центнерам 1 центнер = 112 торг. унциям 1 фунт = 16 торг. унциям 1 торг. унция = 16 драхмам 1 аптекарская унция 1 торг. драхма	ton, longton hundred weight pound ounce — drachm	1,0160470 т 50,802352 кг 0,45359 кг 28,3495 г 31,103 г 1,7718 г

## Приложение VI

## СВЕДЕНИЯ ПО МАТЕМАТИКЕ

Степени, корни, обратные величины, площади круга и длины окружности

n	n <sup>2</sup>	n <sup>3</sup>	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1000}{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	πn
1	1	1	1,0000	1,0000	1000,000	0,7854	3,142
2	4	8	1,4142	1,2599	500,000	3,1416	6,283
3	9	27	1,7321	1,4422	333,333	7,0686	9,425
4	16	64	2,0000	1,5874	250,000	12,5664	12,566
5	25	125	2,2361	1,7100	200,000	19,6350	15,708
6	36	216	2,4495	1,8171	166,667	28,2743	18,850
7	49	343	2,6458	1,9129	142,857	38,4845	21,991
8	64	512	2,8284	2,0000	125,000	50,2655	25,133
9	81	729	3,0000	2,0801	111,111	63,6173	28,274
10	100	1000	3,1623	2,1544	100,000	78,5398	31,416
11	121	1331	3,3166	2,2240	90,9091	95,0332	34,558
12	144	1728	3,4641	2,2894	83,3333	113,097	37,699
13	169	2197	3,6056	2,3513	76,9231	132,732	40,841
14	196	2744	3,7417	2,4101	71,4286	153,938	43,982
15	225	3375	3,8730	2,4662	66,6667	176,715	47,124
16	256	4096	4,0000	2,5198	62,5000	201,062	50,265
17	289	4913	4,1231	2,5713	58,8235	226,980	53,407
18	324	5832	4,2426	2,6207	55,5556	254,469	56,549
19	361	6859	4,3589	2,6684	52,6316	283,529	59,690
20	400	8000	4,4721	2,7144	50,0000	314,159	62,832



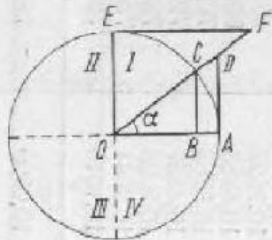
$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\frac{1000}{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\pi n$
21	441	9261	4,5826	2,7589	47,6190	346,361	65,973
22	484	10648	4,6904	2,8020	45,4545	380,133	69,115
23	529	12167	4,7958	2,8439	43,4783	415,476	72,257
24	576	13824	4,8990	2,8845	41,6667	452,389	75,398
25	625	15625	5,0000	2,9240	40,0000	490,874	78,540
26	676	17576	5,0990	2,9625	38,4615	530,929	81,581
27	729	19683	5,1962	3,0000	37,0370	572,555	84,823
28	784	21952	5,2915	3,0366	35,7143	615,752	87,965
29	841	24389	5,3852	3,0723	34,4828	660,520	91,106
30	900	27000	5,4772	3,1072	33,3333	706,858	94,248
31	961	29791	5,5678	3,1414	32,2581	754,768	97,389
32	1024	32768	5,5569	3,1748	31,2500	804,248	100,531
33	1089	35937	5,7446	3,2075	30,3030	855,299	103,673
34	1156	39304	5,8310	3,2396	29,4118	907,920	106,814
35	1225	42875	5,9161	3,2711	28,5714	962,113	109,956
36	1296	46656	6,0000	3,3019	27,7778	1017,88	113,097
37	1369	50653	6,0828	3,3322	27,0270	1075,21	116,239
38	1444	54872	6,1644	3,3620	26,3158	1134,11	119,381
39	1521	59319	6,2450	3,3912	25,6410	1194,59	122,522
40	1600	64000	6,3246	3,4200	25,0000	1256,64	125,664

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\frac{3}{\sqrt{n}}$	$\frac{1000}{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\pi n$
41	1681	68921	6,4031	3,4482	24,3902	1320,25	128,81
42	1764	74088	6,4807	3,4760	23,8095	1385,44	131,95
43	1849	79507	6,5574	3,5034	23,2558	1452,20	135,09
44	1936	85184	6,6332	3,5303	22,7273	1520,53	138,23
45	2025	91125	6,7082	3,5569	22,2222	1590,43	141,37
46	2116	97336	6,7823	3,5830	21,7391	1661,90	144,51
47	2209	103823	6,8557	3,6088	21,2766	1734,94	147,65
48	2304	110592	6,9282	3,6342	20,8333	1809,56	150,80
49	2401	117649	7,0000	3,6593	20,4082	1885,74	153,94
50	2500	125000	7,0711	3,6840	20,0000	1963,50	157,08
51	2601	132651	7,1414	3,7084	19,6078	2042,82	160,22
52	2704	140608	4,2111	3,7325	19,2308	2123,72	163,36
53	2809	148877	7,2801	3,7563	18,8679	2206,18	166,50
54	2916	157464	7,3485	3,7798	18,5185	2290,22	169,65
55	3025	166375	7,4162	3,8030	18,1818	2375,83	172,79
56	3136	175616	7,4833	3,8259	17,8571	2463,01	175,93
57	3249	185193	7,5498	3,8485	17,5439	2551,76	179,07
58	3364	195112	7,6158	3,8709	17,2414	2642,08	182,21
59	3481	205379	7,6811	3,8930	16,9492	2733,97	185,35
60	3600	216000	7,7460	3,9149	16,6667	2827,43	188,50

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1000}{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\pi n$
61	3721	226981	7,8102	3,9365	16,3934	2922,47	191,64
62	3844	238328	7,8740	3,9579	16,1290	3019,07	194,78
63	3969	250047	7,9373	3,9791	15,8730	3117,25	197,92
64	4096	262144	8,0000	4,0000	15,6250	3216,99	201,06
65	4225	274625	8,0623	4,0207	15,3846	3318,31	204,20
66	4356	287496	8,1240	4,0412	15,1515	3421,19	207,35
67	4489	300763	8,1854	4,0615	14,9254	3525,65	210,49
68	4624	314432	8,2462	4,0817	14,7059	3631,68	213,63
69	4761	328509	8,3066	4,1016	14,4928	3739,28	216,77
70	4900	343000	8,3666	4,1213	14,2857	3848,45	219,91
71	5041	357911	8,4261	4,1408	14,0845	3959,19	223,05
72	5184	373248	8,4853	4,1602	13,8889	4071,50	226,19
73	5329	389017	8,5440	4,1793	13,6986	4185,39	229,34
74	5476	405224	8,6023	4,1983	13,5135	4300,84	232,48
75	5625	421875	8,6603	4,2172	13,3333	4417,86	235,62
76	5776	438976	8,7178	4,2358	13,1579	4536,46	238,76
77	5929	456533	8,7750	4,2543	12,9870	4656,53	241,90
78	6084	474552	8,8318	4,2727	12,8205	4778,36	245,04
79	6241	493039	8,8882	4,2908	12,6582	4901,57	248,19
80	6400	512000	8,9443	4,3089	12,5000	5026,55	251,33

$n$	$n^2$	$n^3$	$\sqrt{n}$	$\sqrt[3]{n}$	$\frac{1000}{n}$	$\frac{\pi n^2}{4}$	$\pi n$
81	6561	531441	9,0000	4,3267	12,3457	5153,00	254,47
82	6724	551368	9,0554	4,3445	12,1951	5281,02	257,61
83	6889	571787	9,1104	4,3621	12,0482	5410,61	260,75
84	7056	592704	9,1652	4,3695	11,9048	5541,77	263,89
85	7225	614125	9,2195	4,3968	11,7647	5674,50	267,04
86	7396	636056	9,2736	4,4140	11,6279	5808,80	270,18
87	7569	658503	9,3274	4,4310	11,4943	5944,68	273,32
88	7744	681472	9,3808	4,4480	11,3636	6082,12	276,46
89	7921	704969	9,4340	4,4647	11,2360	6221,14	279,60
90	8100	729000	9,4868	4,4814	11,1111	6361,73	282,74
91	8281	753571	9,5394	4,4970	10,9890	6503,88	285,88
92	8464	778688	9,5917	4,5144	10,8696	6547,61	289,06
93	8649	804357	9,6437	4,5307	10,7527	6702,91	292,17
94	8836	830584	9,6954	4,5468	10,6383	6939,78	295,31
95	9025	857875	9,7468	4,5629	10,5263	7088,22	298,45
96	9216	884736	9,7980	4,5789	10,4167	7238,23	301,59
97	9409	912673	9,8489	4,5947	10,3093	7389,81	304,73
98	9604	941192	9,8995	4,6104	10,2041	7542,96	307,88
99	9801	970295	9,9499	4,6261	10,1010	7696,69	311,02
100	10000	1000000	10,0000	4,6416	10,0000	7853,98	314,16

Тригонометрические функции угла  $\alpha$  определяются при помощи тригонометрического круга (радиус  $R = 1$ ), а также из прямоугольного треугольника (для острых углов). Угол измеряется от неподвижного радиуса  $OA$  до подвижного радиуса  $OC$  против часовой стрелки (положительное направление):



$$\sin \alpha \text{ (синус)} = BC = \frac{a}{c}$$

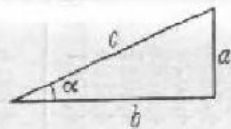
$$\cos \alpha \text{ (косинус)} = OB = \frac{b}{c}$$

$$\operatorname{tg} \alpha \text{ (тангенс)} = AD = \frac{a}{b}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha \text{ (котангенс)} = EF = \frac{b}{a}$$

$$\sec \alpha \text{ (секанс)} = OD = \frac{c}{b}$$

$$\operatorname{cosec} \alpha \text{ (косеканс)} = OF = \frac{c}{a}$$



Правило знаков и правило дополнительных углов

Угол  $\alpha$  находится между

Тригонометрическая функция	0 и 90°	90 и 180°	180 и 270°	270 и 360°
$\sin \alpha$	+	+	-	-
$\cos \alpha$	+	-	-	+
$\operatorname{tg} \alpha$	+	-	+	-
$\operatorname{ctg} \alpha$	+	-	+	-

Тригонометрическая функция	$\alpha$ , град			
	$\pm \alpha$	$90^\circ \pm \alpha$	$180^\circ \pm \alpha$	$270^\circ \pm \alpha$
$\sin$	$\pm \sin \alpha$	$+\cos \alpha$	$\mp \sin \alpha$	$-\cos \alpha$
$\cos$	$+\cos \alpha$	$\mp \sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$\pm \sin \alpha$
$\operatorname{tg}$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$	$\mp \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$	$\mp \operatorname{ctg} \alpha$
$\operatorname{ctg}$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$	$\mp \operatorname{tg} \alpha$	$\pm \operatorname{ctg} \alpha$	$\pm \operatorname{tg} \alpha$

Числовые значения некоторых тригонометрических функций

$\alpha$	0	30°	45°	60°	90°	180°	270°	360°
$\sin \alpha =$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	+1	0	-1	0
$\cos \alpha =$	+1	$\frac{\sqrt{3}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{1}{2}$	0	-1	0	+1
$\operatorname{tg} \alpha =$	0	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	1	$\sqrt{3}$	$\pm \infty$	0	$\pm \infty$	0
$\operatorname{ctg} \alpha =$	$\pm \infty$	$\sqrt{3}$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3}$	0	$\pm \infty$	0	$\pm \infty$



## Зависимость между тригонометрическими функциями одного угла

$$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1; \quad 1 + \operatorname{tg}^2 \alpha = \frac{1}{\cos^2 \alpha} = \sec^2 \alpha;$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}; \quad 1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha = \frac{1}{\sin^2 \alpha} = \operatorname{cosec}^2 \alpha;$$

$$\operatorname{ctg} \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad \sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}};$$

$$\sec \alpha = \frac{1}{\cos \alpha}; \quad \cos \alpha = \sqrt{1 - \sin^2 \alpha} = \frac{1}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}};$$

$$\operatorname{cosec} \alpha = \frac{1}{\sin \alpha}$$

## Зависимость между тригонометрическими функциями двух углов

$$1) \quad \sin(\alpha \pm \beta) = \sin \alpha \cos \beta \pm \cos \alpha \sin \beta;$$

$$\cos(\alpha \pm \beta) = \cos \alpha \cos \beta \mp \sin \alpha \sin \beta;$$

$$\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta}{1 \mp \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta};$$

$$\operatorname{ctg}(\alpha \pm \beta) = \frac{\operatorname{ctg} \alpha \operatorname{ctg} \beta \mp 1}{\operatorname{ctg} \beta \pm \operatorname{ctg} \alpha}$$

$$2) \quad \sin \alpha + \sin \beta = 2 \sin \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\sin \alpha - \sin \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \sin \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\cos \alpha + \cos \beta = 2 \cos \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \cos \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\cos \alpha - \cos \beta = -2 \sin \frac{1}{2}(\alpha + \beta) \sin \frac{1}{2}(\alpha - \beta)$$

$$\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{tg} \beta = \frac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos \alpha \cos \beta}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha \pm \operatorname{ctg} \beta = \frac{\sin(\beta \pm \alpha)}{\sin \alpha \sin \beta}$$

$$3) \quad \sin^2 \alpha = \frac{1}{2}(1 - \cos 2\alpha); \quad \cos^2 \alpha = \frac{1}{2}(1 + \cos 2\alpha)$$

$$\sin^3 \alpha = \frac{3 \sin \alpha - \sin 3\alpha}{4}; \quad \cos^3 \alpha = \frac{\cos 3\alpha + 3 \cos \alpha}{4}$$

$$\sin^2 \alpha - \sin^2 \beta = \cos^2 \beta - \cos^2 \alpha = \sin(\alpha + \beta) \sin(\alpha - \beta)$$

$$\cos^2 \alpha - \sin^2 \beta = \cos^2 \beta - \sin^2 \alpha = \cos(\alpha + \beta) \cos(\alpha - \beta)$$

$$4) \quad \sin \alpha \sin \beta = \frac{1}{2}[\cos(\alpha - \beta) - \cos(\alpha + \beta)]$$

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2}[\cos(\alpha - \beta) + \cos(\alpha + \beta)]$$

$$\sin \alpha \cos \beta = \frac{1}{2}[\sin(\alpha + \beta) + \sin(\alpha - \beta)]$$

$$\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta} = -\frac{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha \operatorname{ctg} \beta = \frac{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha + \operatorname{tg} \beta} = -\frac{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}$$

$$\operatorname{ctg} \alpha \operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha \pm \operatorname{ctg} \beta} = -\frac{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{ctg} \beta}$$

## Тригонометрические функции кратных углов и частей углов

$$1) \quad \sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha; \quad \sin \alpha = 2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}$$

$$\sin 3\alpha = 3 \sin \alpha - 4 \sin^3 \alpha$$

$$\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1 = 1 - 2 \sin^2 \alpha$$

$$\cos 3\alpha = 4 \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = \frac{2 \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha} = \frac{2'}{\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha}$$

$$\operatorname{tg} 3\alpha = \frac{3 \operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg}^3 \alpha}{1 - 3 \operatorname{tg}^2 \alpha}$$

$$\operatorname{ctg} 2\alpha = \frac{\operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}{2 \operatorname{ctg} \alpha} = \frac{1}{2}(\operatorname{ctg} \alpha - \operatorname{tg} \alpha)$$

$$\operatorname{ctg} 3\alpha = \frac{\operatorname{ctg}^3 \alpha - 3 \operatorname{ctg} \alpha}{3 \operatorname{ctg}^2 \alpha - 1}$$

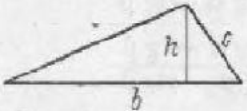

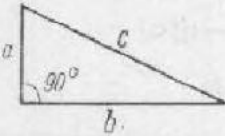
$$2) \quad \sin \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + \sin \alpha} - \sqrt{1 - \sin \alpha})$$

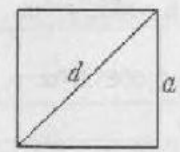
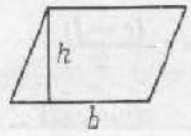
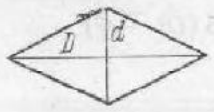
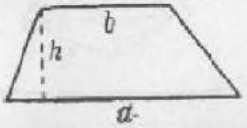
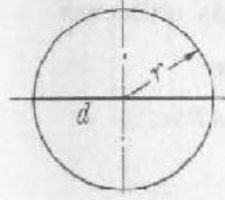
$$\cos \frac{1}{2} \alpha = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + \sin \alpha} + \sqrt{1 - \sin \alpha})$$

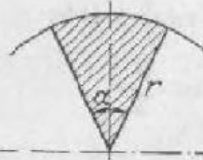
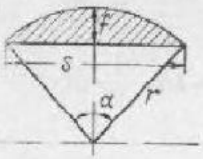
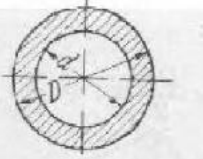
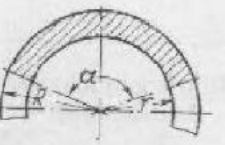
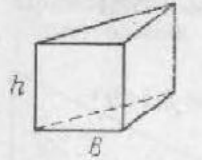
$$\operatorname{tg} \frac{1}{2} \alpha = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha} = \frac{1 - \cos \alpha}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{1 + \cos \alpha}}$$

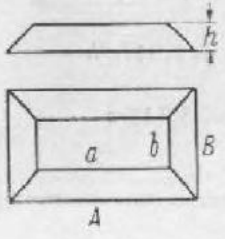
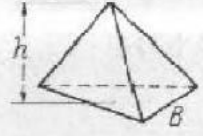
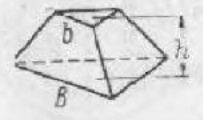

$$\operatorname{ctg} \frac{1}{2} \alpha = \frac{\sin \alpha}{1 - \cos \alpha} = \frac{1 + \cos \alpha}{\sin \alpha} = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{1 - \cos \alpha}}$$

Вычисление площадей, поверхностей и объемов тел  
Вычисление площадей

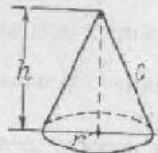
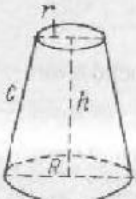

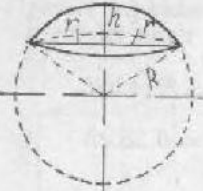
<p>Треугольник</p> 	$p = \frac{a + b + c}{2} \text{ (полупериметр)}$ $F = \frac{bh}{2}$ $F = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$
<p>Равносторонний треугольник</p> 	$F = 0,433a^2 = 0,578h^2$ $a = 1,155h$
<p>Прямоугольный треугольник</p> 	$c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $F = \frac{ab}{2}$

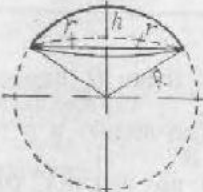
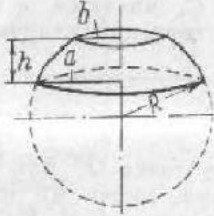

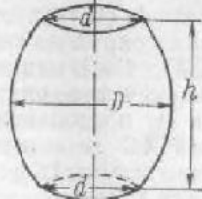
<p>Квадрат</p> 	$a = 0,707d; \quad d = 1,414a$ $F = a^2 = \frac{d^2}{2}$
<p>Параллелограмм и прямоугольник</p> 	$F = bh$
<p>Ромб</p> 	$F = \frac{Dd}{2}$
<p>Трапеция</p> 	$F = \frac{a + b}{2} \cdot h$
<p>Круг</p> 	$F = \frac{\pi d^2}{4} = 0,785d^2$ $F = \pi r^2 = 3,142r^2$

<p>Сектор</p> 	<p><math>\alpha</math> — центральный угол, град.</p> $F = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} = 0,00872 r^2 \alpha$
<p>Сегмент</p> 	<p><math>s</math> — хорда <math>f</math> — стрелна</p> $F = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - s \frac{(r - f)}{2}$
<p>Кольцо</p> 	$F = \frac{\pi D^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4}$ $F = 0,785 (D^2 - d^2)$
<p>Кольцевой сектор</p> 	$F = \frac{\pi \alpha}{360} (R^2 - r^2)$
<p>Вычисление поверхностей <math>S</math> и объемов тел <math>V</math></p>	
<p>Призма (прямая и наклонная)</p> 	<p><math>B</math> — площадь основания <math>h</math> — высота</p> $V = Bh$

<p>Призма трапециевидной формы</p> 	<p><math>A</math> и <math>B</math> — стороны нижнего основания <math>a</math> и <math>b</math> — стороны верхнего основания</p> $V = \frac{h}{6} [B (2A + a) + b (2a + A)]$
<p>Пирамида</p> 	<p><math>B</math> — площадь основания <math>h</math> — высота</p> $V = \frac{Bh}{3}$
<p>Усеченная пирамида</p> 	<p><math>B, b</math> — площади двух оснований <math>h</math> — высота</p> $V = \frac{h}{3} (B + b + \sqrt{Bb})$
<p>Цилиндр</p> 	<p><math>S</math> — боковая поверхность</p> $V = \pi r^2 h = 3,142 r^2 h$ $S = 2\pi r h = 6,283 r h$

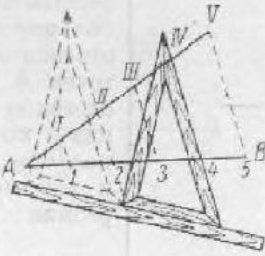
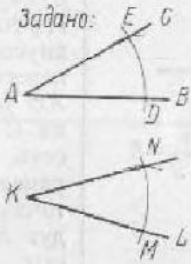
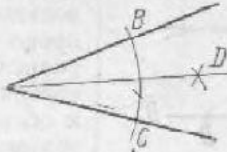


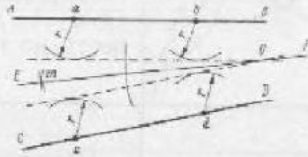
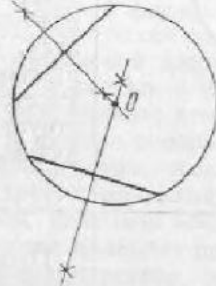
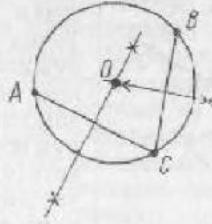
<p>Конус</p> 	<p><math>c</math> — образующая  <math>S</math> — боковая поверхность</p> $V = \frac{\pi}{3} r^2 h = 1,047 r^2 h$ $S = \pi r c = 3,142 r c$
<p>Усеченный конус</p> 	<p><math>S</math> — боковая поверхность</p> $V = \frac{\pi h}{3} [R^2 + r^2 + (Rr)]$ $S = \pi (R + r) c$
<p>Шар</p> 	<p><math>S</math> — поверхность  <math>D</math> — диаметр</p> $V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{\pi}{6} D^3$ $S = 4\pi R^2 = \pi D^2$
<p>Сегмент шаровой</p> 	<p><math>S_{кр}</math> — площадь кривой поверхности</p> $V = \frac{\pi}{3} h^2 (3R - h) = \frac{\pi}{2} \left( r^2 + \frac{h^2}{3} \right)$ $S_{кр} = 2\pi R h = \pi (r^2 + h^2)$

<p>Сектор шаровой</p> 	$V = \frac{2}{3} \pi R^2 h$ $S = \pi R (r + 2h)$
<p>Шаровой слой</p> 	$V = \frac{1}{6} \pi h (3a^2 + 3b^2 + h^2)$ $S_{кр} = 2\pi R h$
<p>Тор (кольцо)</p> 	$V = \frac{\pi^2}{4} D d^2 = 2,467 D d^2$ $S = \pi^2 D d = 9,87 D d$
<p>Бочка (круговая)</p> 	$V = 0,0873 h (2D + d^2)$

Построение	Эскиз	Описание
Спускание перпендикуляра из данной точки		Из точки $O$ провести дугу, пересекающую прямую линию в точках $A$ и $B$ . Из полученных точек провести две небольшие дуги одинакового радиуса, пересекающиеся в точке $C$ . Линия, соединяющая точку $O$ с точкой $C$ , является искомым перпендикуляром.
Построение перпендикуляра в данной точке прямой		Из точки $O$ , как из центра, засечь на прямой точки $A$ и $B$ . Из точек $A$ и $B$ радиусом большего размера провести две дуги, пересекающиеся в точке $C$ . Точку пересечения $C$ соединить с точкой $O$ . Полученная линия $CO$ является искомым перпендикуляром.
Построение перпендикуляра в конце линии		Из произвольной точки $C$ , как из центра, провести окружность через точку $O$ . Провести прямую через точку $C$ и точку $A$ (точку пересечения окружности с прямой). Соединив точку пересечения окружности с продолжением прямой $AC$ и точку $O$ , получим искомым перпендикуляр $OB$ .

Построение	Эскиз	Описание
Построение перпендикуляра в середине данного отрезка		Раздвинув циркуль на расстояние, несколько большее половины длины отрезка $AB$ , сделать из точек $A$ и $B$ над и под отрезком засечки, соединив которые прямой получим перпендикуляр к отрезку $AB$ в его середине.
Проведение прямой, параллельной заданной прямой, через данную точку		Из точки $O$ провести дугу возможно большего радиуса, пересекающую прямую $AB$ в точке $C$ . Из точки $C$ этим же радиусом провести дугу, пересекающую прямую $AB$ в точке $D$ . Из точки $C$ радиусом $OD$ засечь дугу, проведенную ранее из точки $O$ . Через точку пересечения двух дуг $E$ и точку $O$ провести прямую, которая является искомым параллельной прямой.
Проведение параллельной прямой на определенном расстоянии от заданной прямой		Из двух дуг произвольных точек $C$ и $D$ провести дуги радиусом, равным заданному расстоянию. Касательная к обеим дугам является искомым параллельной прямой $AB$ .

Построение	Эскиз	Описание
<p>Деление прямой линии на равные части</p>		<p>Провести под произвольным углом из точки <math>A</math> прямую и отложить на ней заданное число каких-либо одинаковых делений. Соединить последнюю точку с точкой <math>B</math> и провести через отложенные деления <math>IV, III, II, I</math> прямые, параллельные линии <math>V - B</math>. Эти прямые делят линию <math>AB</math> на заданное число равных частей</p>
<p>Построение заданных углов</p>	<p>Задано:</p> 	<p>Задан <math>\angle BAC</math>. Для построения этого угла на прямой <math>KL</math> в точке <math>K</math> провести из точки <math>A</math> произвольным радиусом дугу, пересекающую сторону угла в точках <math>E</math> и <math>D</math>. Этим же радиусом из точки <math>K</math> провести дугу, пересекающую линию <math>KL</math> в точке <math>M</math>. Из точки <math>M</math> радиусом <math>DE</math> сделать засечку на дуге. Соединив точку пересечения дуг <math>N</math> с точкой <math>K</math>, получим вторую сторону искомого угла</p>
<p>Деление углов пополам</p>		<p>Провести из вершины угла <math>A</math> любым радиусом дугу, пересекающую сторону угла в точках <math>B</math> и <math>C</math>. Из этих точек провести две пересекающиеся дуги одинакового радиуса. Линия, проведенная через точку пересечения дуг <math>D</math> и вершину угла <math>A</math>, делит заданный угол пополам</p>

Построение	Эскиз	Описание
<p>Деление пополам угла с недоступной вершиной</p>		<p>Провести из произвольных, удаленных друг от друга 4 точек <math>a, b, c, d</math> на прямых <math>AB</math> и <math>CD</math> радиусом (равным немного более половины расстояния <math>BD</math>) полуокружности, касательные к которым <math>A_1B_1</math> и <math>C_1D_1</math> образуют пересекающийся в доступной вершине <math>O</math> угол. Разделить этот угол обычным способом пополам. Прямая <math>ED</math>, проходящая через точки <math>O</math>, делит угол, образованный сторонами <math>AB</math> и <math>CD</math>, пополам</p>
<p>Нахождение центра окружности</p>		<p>Провести две хорды и каждую из них разделить перпендикуляром пополам (см. выше). Точка пересечения этих перпендикуляров будет центром окружности</p>
<p>Проведение окружности через три точки</p>		<p>Заданные точки соединить прямыми линиями и разделить каждую из этих линий перпендикуляром пополам. Из точки <math>O</math> пересечения перпендикуляров радиусом, равным расстоянию от <math>O</math> до любой из данных точек, провести окружность, которая пройдет через все три заданные точки</p>



Построение	Эскиз	Описание
Деление окружности на три части		Провести диаметр $AB$ и из точки $B$ радиусом, равным радиусу данной окружности, провести дугу до пересечения с заданной окружностью. Полученные точки $C$ , $D$ и $A$ делят окружность на три части
Деление окружности на пять частей		Провести два взаимно перпендикулярных диаметра и один из радиусов разделить пополам, получив точку $E$ . Из точки $E$ радиусом $EA$ описать дугу, пересекающую диаметр $CD$ в точке $F$ . Из точки $A$ радиусом $AF$ описать дугу, пересекающую окружность в точке $K$ . Расстояние $AK$ соответствует одной пятой окружности
Деление дуги окружности на четное число равных частей		Провести из концов дуги окружности $A$ и $B$ , как из центров, радиусом немного большим половины $AB$ пересекающиеся дуги. Соединить точки $e$ и $f$ прямой. Точка $C$ делит дугу окружности на две равные части. При необходимости делить дугу окружности на большее четное число равных частей, каждую половину делят пополам аналогичным способом

Построение	Эскиз	Описание
Построение перпендикуляра к дуге окружности в данной ее точке		Из заданной точки $O$ , как из центра, засечь на дуге точки $a$ и $b$ , из которых радиусом большего размера засечь две пересекающиеся в точке $N$ дуги. Соединив точки $O$ и $N$ прямой, получим перпендикуляр $ON$ к дуге окружности в точке $O$

### РАЗВЕРТКИ ПОВЕРХНОСТИ ПРОСТЕЙШИХ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ТЕЛ

*Разверткой поверхности* называется изображение поверхности данного тела, совмещенное с плоскостью. Выполнение разверток необходимо для разметки на листе заготовок при изготовлении из листа геометрических тел заданной формы.

*Развертка правильной призмы* имеет вид прямоугольника, основание которого равно суммарной длине всех сторон фигуры, лежащей в основании призмы, а высота — высоте призмы. Для выполнения полной развертки к полученному прямоугольнику прическивают сверху и снизу верхнее и нижнее основания призмы. На рис. 1 показана развертка трехгранной призмы. Аналогично строят развертки куба, параллелепипеда и других правильных призм.

*Развертки призмы, усеченной наклонной плоскостью.* Для построения боковой поверхности проводят прямую (рис. 2) и откладывают на ней столько одинаковых отрезков, длина которых равна длине стороны основания, сколько граней имеется на боковой поверхности призмы. Из конца каждого отрезка восстанавливают перпендикуляры, на которые проектируют соответствующие точки пересечения ребер призмы со следом секущей плоскости; полученные на перпендикулярах точки соединяют между собой. Для полной развертки к развертке боковой поверхности прическивают сверху и снизу основание и усеченную плоскость призмы. Порядок построения усеченной плоскости показан на рисунке (заштрихованная фигура).

*Развертка пирамиды* состоит из равнобедренных треугольников и основания (рис. 3). Для построения развертки проводят прямую, равную по величине стороне основания пирамиды, и на ней строят равнобедренный треугольник, боковые стороны которого равны ребру пирамиды. Длина  $l$  ребра пирамиды определяется по фронтальной проекции. Треугольник грани пирамиды может также быть построен по основанию  $m$  и высоте  $h$ , снимаемой с фронтальной проекции. К построенному треугольнику пристраивают такие же треугольники,

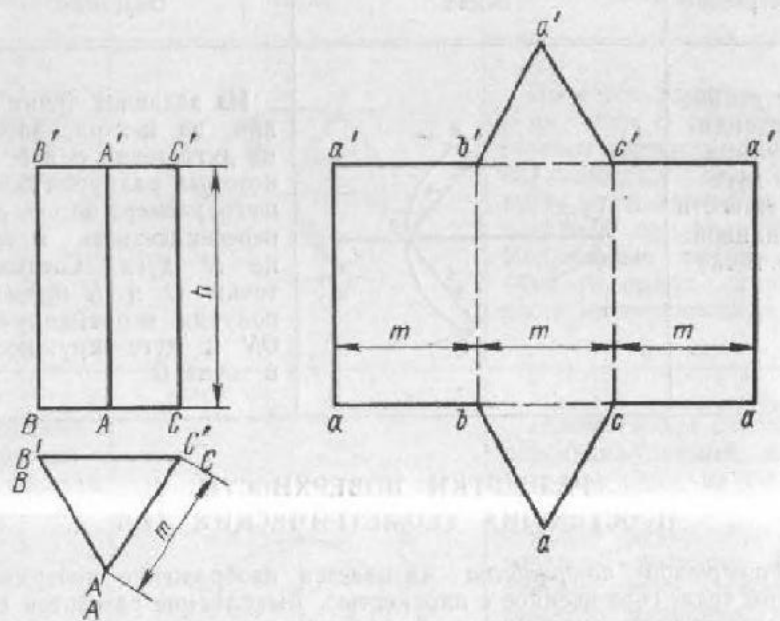


Рис. 1

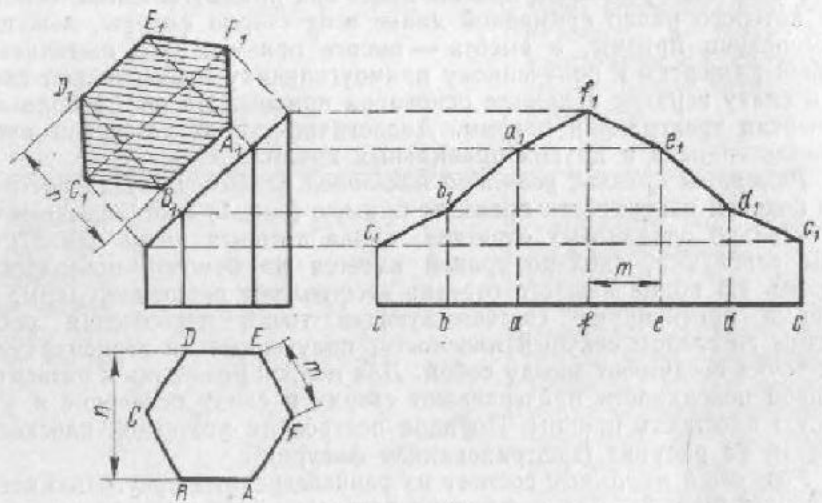


Рис. 2

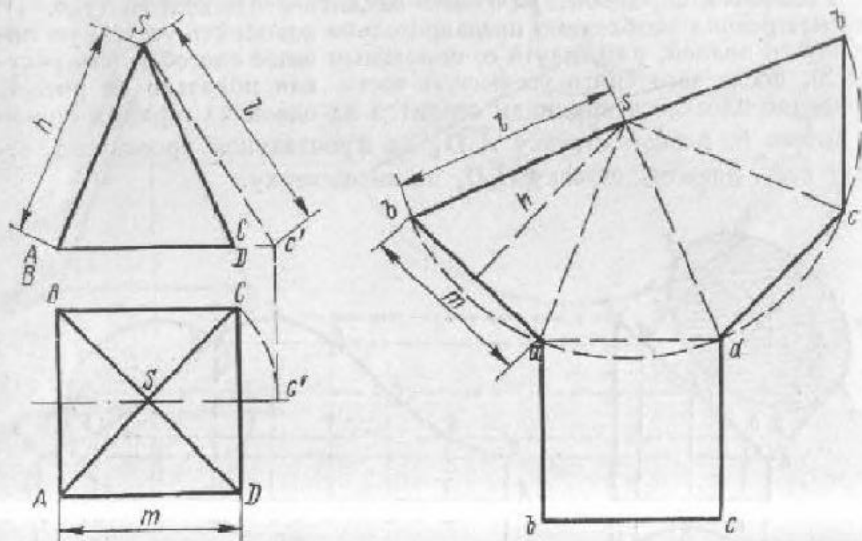


Рис. 3

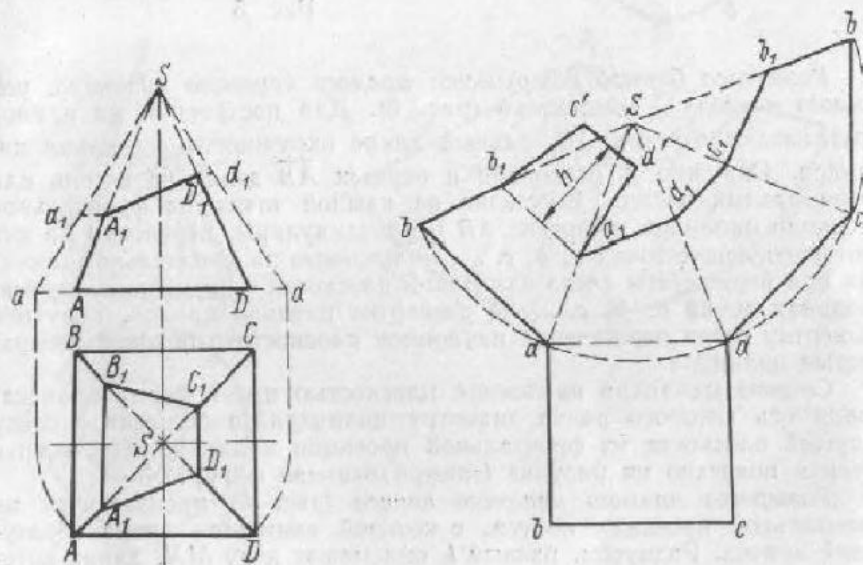


Рис. 4

чтобы их число равнялось числу боковых граней пирамиды. Для получения полной развертки к одному из треугольников пристраивают многоугольник основания пирамиды.

**Развертка пирамиды, усеченной наклонной плоскостью** (рис. 4). Для построения необходимо предварительно дополнить усеченную пирамиду до полной, развернуть ее описанным выше способом (см. рисунок 3), после чего снять усеченную часть, как показано на рис. 4. Усеченная плоскость пирамиды строится на одной из верхних сторон по высоте  $h$ , равной отрезку  $A_1D_1$  на фронтальной проекции и отрезку  $c_1d_1$ , равному отрезку  $C_1D_1$  на виде сверху.

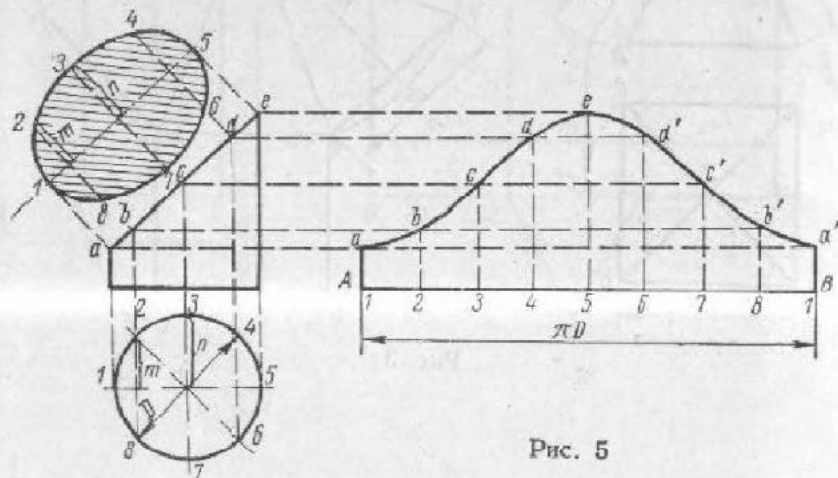


Рис. 5

**Развертка боковой поверхности прямого кругового цилиндра, усеченного наклонной плоскостью** (рис. 5). Для построения на прямой откладывают отрезок  $AB$ , равный длине окружности основания цилиндра. Окружность основания и отрезок  $AB$  делят на восемь или более равных частей. Восставив из каждой точки на фронтальной проекции цилиндра и отрезке  $AB$  перпендикуляры, переносим на них соответствующие точки  $a, b, c, \dots$ , получаемые на фронтальной проекции при пересечении следа наклонной плоскости с перпендикулярами. Соединяя точки  $a, b, c, \dots$  на развертке плавной кривой, получаем развертку следа пересечения наклонной плоскости с боковой поверхностью цилиндра.

Сечение цилиндра наклонной плоскостью имеет форму эллипса, малая ось которого равна диаметру цилиндра, а большая — следу секущей плоскости на фронтальной проекции цилиндра. Построение сечения показано на рисунке (заштрихованная фигура).

**Развертка прямого кругового конуса** (рис. 6) производится по фронтальной проекции конуса, с которой снимается длина образующей конуса. Радиусом, равным  $l$ , описывают дугу  $MN$ , длина которой должна равняться длине окружности основания конуса, т. е.  $\pi D$ . Длину этой дуги можно определить также построением с помощью транспортира угла

$$\alpha = \frac{l}{D} 180^\circ.$$

**Развертка боковой поверхности конуса, усеченного наклонной плоскостью** (рис. 7). Для построения необходимо сперва дочертить отрезанную плоскостью часть конуса и построить развертку боковой поверхности конуса описанным выше способом (см. рис. 6); затем разде-

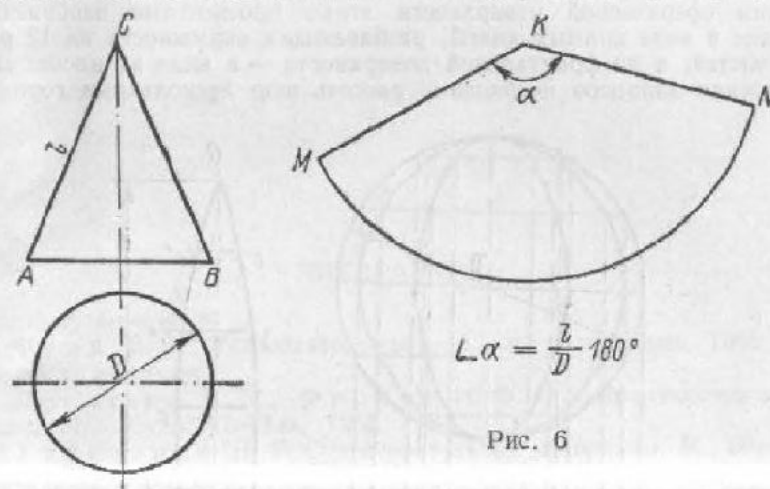


Рис. 6

лить проекцию основания конуса на восемь или более равных частей и перенести точки деления на основание конуса. Соединить полученные таким образом точки с вершиной конуса прямыми линиями и спроектировать точки пересечения этих прямых со следом наклонной

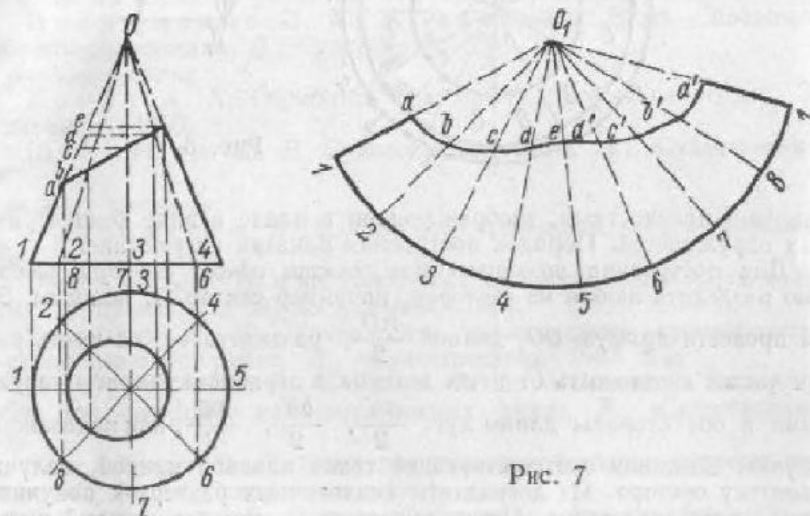


Рис. 7

плоскости на образующую  $O-1$ . Отрезки  $Oa, Ob, Oc$  и т. д. представляют собой истинные длины образующих удаленной части конуса. Сложив отрезки  $Oa, Ob, Oc$  и т. д. на развертке от вершины конуса на прямых  $O_11, O_12, O_13$  и т. д. и соединив полученные точки плавной кривой, получим развертку боковой поверхности.



Развертка шара (рис. 8) может быть выполнена достаточно точно путем развертки не менее чем 12 одинаковых секторов, образующих сферическую поверхность. Секторы могут быть получены сечением шара шестью вертикальными (меридиональными) плоскостями. Следы сечения сферической поверхности этими плоскостями изобразятся в плане в виде прямых линий, разбивающих окружность на 12 равных частей, а на фронтальной поверхности — в виде эллипсов. Для построения эллипсов необходимо расечь шар несколькими горизон-

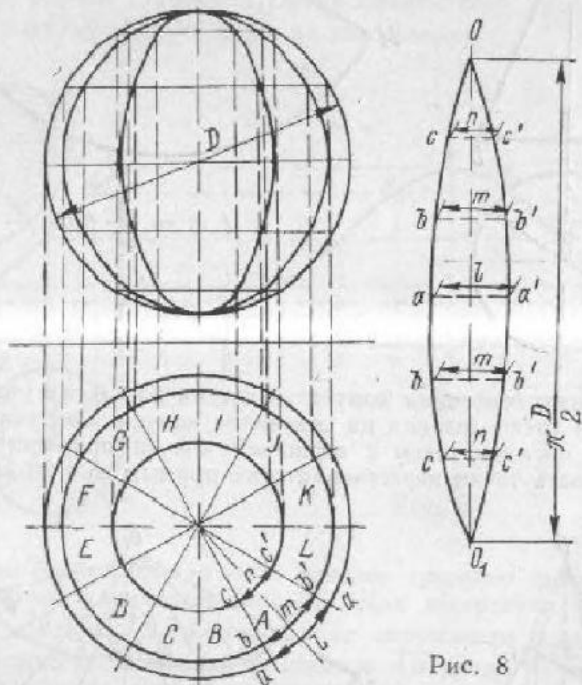


Рис. 8

тальными плоскостями, изображаемыми в плане в виде концентрических окружностей. Порядок построения показан на рисунке.

Для построения *развертки поверхности одного сектора* необходимо разделить любой из секторов, например сектор А, пополам. Затем провести прямую  $OO_1$  длиной  $\frac{\pi D}{2}$ , разделить ее на шесть равных частей и отложить от точек деления в перпендикулярном направлении в обе стороны длины дуг:  $\frac{aa'}{2}$ ,  $\frac{bb'}{2}$ ,  $\frac{cc'}{2}$ , как показано на рисунке. Соединив соответствующие точки плавной кривой, получим развертку сектора. Из двенадцати аналогичных разверток получится полная развертка шара. Перед соединением секторов каждый сектор должен быть изогнут по дуге круга.

## ЛИТЕРАТУРА

К разделу первому:

Фрид Е. Г. Устройство судна. Л., «Судостроение», 1966.

К разделу второму:

Леонтьев В. М., Фролов И. Ф. Судостроительные материалы. Л., «Судостроение», 1965.

Харитонов Л. Г. Судостроительные материалы. М., «Речной транспорт», 1963.

К разделу третьему:

Пугачев А. С. Судостроительное черчение. Л., Судпромгиз, 1962.

К разделу четвертому:

Зефиров И. В., Никонов С. Н., Панкратов В. П. Судовая разметка. Л., «Судостроение», 1965.

Покрыщенко В. Ф., Кравченко Е. И. Справочник рабочего-плазовщика. Л., Судпромгиз, 1961.

К разделу пятому:

Коман А. А. Обработка листовой и профильной стали. Л., Судпромгиз, 1950.

Штейнбук Ш. Е. Судовой газорезчик. Л., «Судостроение», 1967.

К разделу шестому:

Адлерштейн Л. Ц. Судовой проверщик. Л., Судпромгиз, 1964.

Белячиц Е. Н. и др. Постройка корпусов речных судов поточными методами. Л., «Судостроение», 1966.

Голота Г. Ф. Техническое нормирование судокорпусных и судомонтажных работ. Л., «Судостроение», 1967.

Дмитриев В. П., Коман А. А. Механизация корпусных работ при постройке крупнотоннажных судов. Л., «Судостроение», 1965.

Загайтов В. П. Опыт предстальной сборки судовых конструкций. Л., «Судостроение», 1964.

Кузьменко В. К. и др. Справочник судового сборщика. Л., «Судостроение», 1964.

Мещеряков В. В. Корпусные цехи судостроительных предприятий. Л., «Судостроение», 1964.

Паллер А. М., Соколов В. Ф. Судовой сборщик. Л., Судпромгиз, 1963.

Рыбалко Н. В. Представительная сборка металлических судов, Л., «Судостроение», 1966.

Столярский Л. Л. Проверочные работы при достройке и ремонте судов. Л., «Судостроение», 1965.

К разделу седьмому:

Бранштейн В. В., Видуцкий Л. М. Слесарь-монтажник судовых устройств. Л., «Судостроение», 1966.

Гребельский П. X. Судовые корпусно-достроечные работы. Л., «Судостроение», 1967.

Гребельский П. X. и др. Механизация корпусно-достроечных работ. Л., «Судостроение», 1966.

К разделу восьмому:

Аршаница В. А. Сварщик-полуавтоматчик, Л., «Судостроение», 1964.

Вайнбойм Д. И. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка. Л., «Судостроение», 1966.

Вайнерман А. Г. Сварка корпусных конструкций в среде углекислого газа, Л., «Судостроение», 1967.

Дрейзеншток З. Б., Лушков П. А. Справочник сварщика-судостроителя. Л., «Судостроение», 1967.

К разделу девятому:

Григорьев А. А., Сидоренко А. Н. Местные сварочные деформации тонколистовых конструкций и мероприятия по их уменьшению. Л., Судпромгиз, 1957.

Еловков Ю. И., Соколов В. Ф. Правка тонколистовых сварных корпусных конструкций. Л., Судпромгиз, 1957.

К разделу десятому:

Рычин С. А. Пневматические инструменты в судостроении. Л., «Судостроение», 1964.

К разделу одиннадцатому:

Уколов Д. П. Грузоподъемные работы при постройке судов. Л., Судпромгиз, 1960.

К разделу двенадцатому:

Коротков Д. И., Юштин Е. И. Индивидуальные средства защиты в судостроении. Л., Судпромгиз, 1962.

Солсвьев А. Г. Техника безопасности в корпусных цехах, Л., «Судостроение», 1965.

Солдатов Г. С. Электробезопасность при работе на судах и под водой. Л., «Судостроение», 1966.

КУЗЬМЕНКО ВЛАДИМИР КУЗЬМИЧ,  
ФЕДОРОВ НИКОЛАЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ,  
ФРИД ЕВСЕЙ ГРИГОРЬЕВИЧ

СПРАВОЧНИК СУДОВОГО СБОРЩИКА  
(издание 3-е, дополненное и переработанное)

Рецензенты: инженеры

В. И. Макарыков и А. И. Риммер;

рабочие, бригадиры и мастера Балтийского завода

Научный редактор Н. А. Федоров

Редактор Е. Е. Еромицкая

Технический редактор Р. К. Чистякова

Корректор Н. А. Ежикова

Оформление переплета

художника С. М. Малахова

---

Сдано в набор 21/X 1968 г. Подписано  
к печати 19/III 1969 г. Формат издания 84×108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>  
М-11348. Физ. печ. л. (вкл. вклейки) 15  
Усл. печ. л. 25,2 Уч.-изд. л. 25,7 Заказ № 2291  
Изд. № 2102-67 Тираж 13 000 экз. Цена 1 руб. 16 коп.  
Бумага для глубокой печати

---

Издательство «Судостроение»,  
Ленинград, Д-65, ул. Гоголя, 8

Ленинградская типография № 6 Главполиграфпрома  
Комитета по печати при Совете Министров СССР  
Ленинград, ул. Моисеенко, 10