

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ
Национальный университет кораблестроения
имени адмирала Макарова

**А. С. РАШКОВСКИЙ, В. Н. ПЕРОВ,
С. Н. СЛИЖЕВСКИЙ, Н. В. ЦЫКАЛО**

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА СУДНА**

Учебник

Рекомендовано Ученым советом НУК

НИКОЛАЕВ • НУК • 2017

УДК 629.5.023(075.8)
ББК 39.42–044я73
Т 38

Авторы: А. С. Рашковский, доктор технических наук, профессор;
В. Н. Перов, доцент НУК;
С. Н. Слижевский, доцент НУК;
Н. В. Цыкало, кандидат технических наук, доцент

Рецензенты: Л. И. Коростылев, доктор технических наук, профессор;
Ю. Н. Коробанов, доктор технических наук, профессор

*Рекомендовано Ученым советом НУК
имени адмирала Макарова в качестве учебника
(протокол №10 от 28.10.2016 г.)*

Технология изготовления конструкций корпуса судна : учеб-
Т 38 ник / А. С. Рашковский, В. Н. Перов, С. Н. Слижевский,
Н. В. Цыкало ; под общ. ред. проф. А. С. Рашковского. – Нико-
лаев : НУК, 2017. – 304 с.

ISBN 978–966–321–325–5

Приведена технология изготовления корпусных конструкций – узлов и секций, содержащая технологическую классификацию сборочных единиц корпуса судна, состав и характеристику технологических операций, применяемую оснастку, приспособления и инструмент.

Приведены сведения о сварочных, проверочных и контуровочных работах, нормировании труда при изготовлении корпусных конструкций.

Учебник предназначен для студентов, обучающихся в кораблестроительных вузах по специальностям: 135 "Судостроение" ("Корабли и океанотехника", "Судокорпусостроение", "Судовые машины и механизмы"), 131 "Прикладная механика" ("Технология и оборудование сварки") и 123 "Компьютерная инженерия" ("Специализированные компьютерные системы").

УДК 629.5.023(075.8)
ББК 39.42–044я73

© Рашковский А. С., Перов В. Н.,
Слижевский С. Н., Цыкало Н. В., 2017

© Национальный университет кораблестроения
имени адмирала Макарова, 2017

ISBN 978–966–321–325–5

ПРЕДИСЛОВИЕ

В составе корпуса судна сотни, тысячи различных корпусных конструкций (узлы, секции), отличающиеся габаритными размерами и формой, технологией изготовления, применяемой оснасткой, приспособлениями и инструментами. Изготовление этих конструкций осуществляется на многочисленном оборудовании с применением различных методов труда и составляет от 12 до 18 % общей трудоемкости постройки судна. Существующие старые учебники и различные литературные источники не всегда соответствуют современному уровню технологии судостроения.

В данном учебнике приведены современные способы изготовления корпусных конструкций – узлов и секций, применяемое отечественное и зарубежное оборудование, дана технологическая классификация сборочных единиц корпуса судна, состав и характеристика технологических операций, применяемая оснастка, приспособления и инструмент. Приведены сведения о сварочных, проверочных и контуровочных работах, нормировании труда при изготовлении корпусных конструкций.

Учебник предназначен для студентов, обучающихся в кораблестроительных вузах по специальности 135 "Судостроение" ("Корабли и океанотехника", "Судокорпусостроение",

"Судовые машины и механизмы"), в качестве лекционного материала при изучении дисциплины "Основы технологии судостроения и ТСОО", выполнении лабораторных и практических работ, курсового и дипломного проектов. Учебник также будет полезен студентам, обучающимся по специальностям: 131 "Прикладная механика" ("Технология и оборудование сварки") и 123 "Компьютерная инженерия" ("Специализированные компьютерные системы").

Авторы выражают благодарность старшему лаборанту кафедры технологии судостроения НУК Купчик Н. С. за техническую помощь при подготовке учебника к изданию.



ГЛАВА 1

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ КОРПУСА СУДНА. ОСНАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ

1.1. Технологическая классификация сборочных единиц корпуса судна

Корпус судна состоит из десятков тысяч, а на крупных судах – из сотен тысяч деталей из листового и профильного проката. Из этих деталей в сборочно-сварочном цехе (ССЦ) изготавливают сборочные единицы различного уровня сложности: *узлы, секции с насыщением и блоки секций*. Сборочная единица – изделие, составные части которого подлежат соединению на предприятии-изготовителе с помощью сборочных операций. Некоторые конструкции корпуса судна включают еще и массивные отливки и поковки, например, штевни.

В составе корпуса современного судна, особенно крупнотоннажного, может быть несколько сотен секций, тысячи узлов и десятки тысяч деталей, что делает весьма эффективной организацию сборочно-сварочного производства на основе принципов групповой технологии. Исходя из этих принципов, все сборочные единицы группируют, учитывая их тип, форму, соотношение основных размеров, и для каждой группы устанавливают типовые процессы изготовления.

Изготовление узлов, секций и блоков секций корпуса, выполняемое в ССЦ, составляет до 18 % общей трудоемкости постройки судна. В составе корпуса современного судна, особенно крупного, может быть несколько десятков блоков секций, сотен секций и тысяч узлов.

Деление корпуса на сборочные единицы (*секции и блоки секций*) выполняют при проектировании судна в конструкторском бюро. При этом комплексно учитывают различные многочисленные факторы: конструктивные (систему набора корпуса, размеры листового и профильного проката, расположение корпусных конструкций, механизмов и т.п.); технологические (метод постройки судна, удобство выполнения основных видов корпусных работ при изготовлении и монтаже корпусных конструкций, возможность применения средств механизации, жесткость конструкции при ее кантовке, транспортировке и установке и др.); производственные (возможность изготовления конструкций при существующих оснастке и средствах механизации, грузоподъемность кранов в сборочно-сварочном цехе и на построечном месте, высоту от пола до подкрановых путей и размеры ворот цехов, грузоподъемность и размеры транспортных средств и т.п.); организационные (специализация рабочих мест). На судостроительном заводе в процессе технологической подготовки производства из состава секций отдельно выделяют *узлы*.

Классификационная схема разделения объектов сборки по основным конструктивно-технологическим признакам приведена на рис. 1.1. К конструктивно-технологическим признакам секций относятся:

- форма ограничивающих поверхностей (плоская или криволинейная), определяющая способ базирования при сборке;
- соотношения высоты и числа балок набора разного направления, от которых зависят возможности механизации их сборки и автоматизации сварки, а также величина и характер остаточных сварочных деформаций;

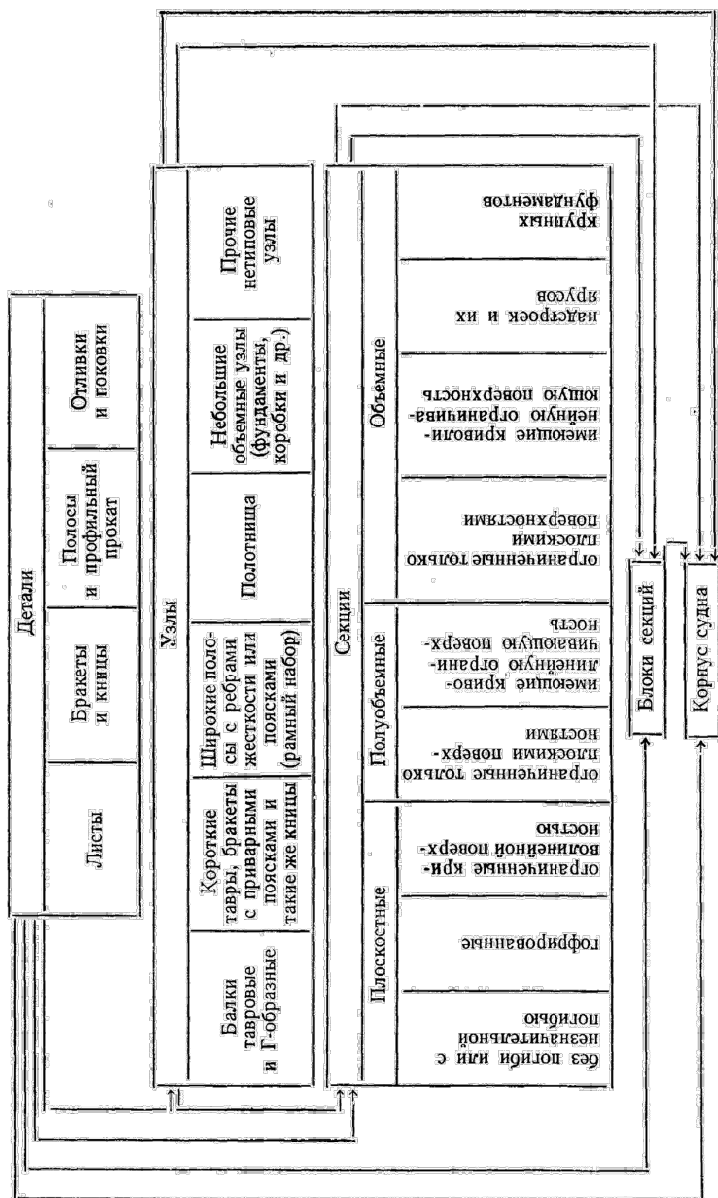


Рис. 1.1. Конструктивно-технологическая классификация сборочных единиц корпуса судна

- отношение максимальной высоты секции к ее размерам в плане, также влияющее на способ базирования и величину остаточных деформаций.

Узлом называется технологически законченная часть корпусной конструкции, состоящая из нескольких деталей, соединенных с помощью сварки ("технологически законченная" означает, что узел может быть передан на следующую операцию сборки). К узлам относятся: Т-образные (тавровые) и Г-образные сварные балки, короткие тавры, brackets и кницы с приварными поясками, широкие полосы с ребрами жесткости, полотнища, небольшие объемные узлы (фундаменты, коробки и др.) и прочие нетиповые узлы. Балками называют узлы с соотношением длины к большему размеру поперечного сечения более 4,5...5,0. На рис. 1.2 приведены *типовые* узлы корпусных конструкций. Типовыми считаются группы изделий с общими конструктивными и технологическими признаками.

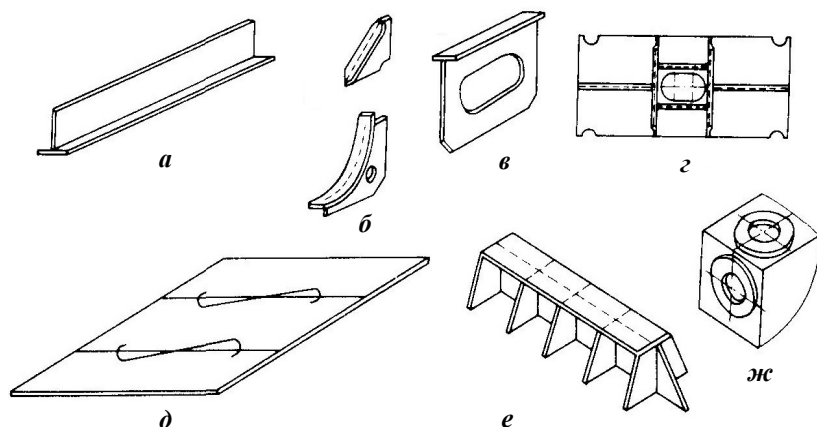


Рис.1.2. Типовые узлы корпусных конструкций:

а – балка таврового профиля; **б** – кницы с прямолинейными и криволинейными поясками; **в** – бракета с вырезом и пояском; **г** – широкая полоса с ребрами жесткости; **д** – полотнище из трех листов; **е** – фундамент; **ж** – кингстонная коробка

Секция – технологически законченная часть корпуса судна, состоящая из нескольких узлов и отдельных деталей, соединенных с помощью сварки, и включающая обычно часть насыщения (рис. 1.3). Секции больших размеров, которые не соответствуют размерам ворот ССЦ, грузоподъемности кранового оборудования или транспортных средств, разделяют на части (мелкие секции) – *подсекции*, соединяемые при последующей сборке в состав более крупных (рис. 1.3,з).

Плоскостными считаются секции, у которых высота H балок набора главного направления (направления, в котором число балок больше) составляет не более 7 % ($1/15$) меньшего размера секции в плане В (рис. 1.3,а,б). При такой высоте балок относительно просто механизировать изготовление секции на стендах, снабженных сборочными и сварочными агрегатами. Плоскостные секции подразделяют на плоские, плоскостные с небольшой погибью (обычно не превышающей $1/50$ меньшего размера секции в плане) и гофрированные.

Секции, у которых высота балок набора главного направления составляет от 7 до 20 % (от $1/15$ до $1/5$) меньшего размера секции в плане, называют полуобъемными (рис. 1.3,в,г). *Объемными* считаются секции, габаритные размеры которых соизмеримы во всех направлениях (рис. 1.3,д,е,ж,з).

Блоком секций называется технологически законченная часть корпуса судна, состоящая из секций, узлов и отдельных деталей (детали россыпи), соединенных с помощью сварки, и ограниченная плоскостями, параллельными мидель-шпангоуту (рис. 1.4). Блок секций с насыщением называют *блоком судна*.

Насыщением секции называют детали для крепления труб судовых систем, предметов оборудования и элементов изоляции судовых помещений, устройств, дельных вещей, электротрасс, а также другие детали и узлы устройств, систем, оборудования и отделки помещений, устанавливаемые в корпусной конструкции.

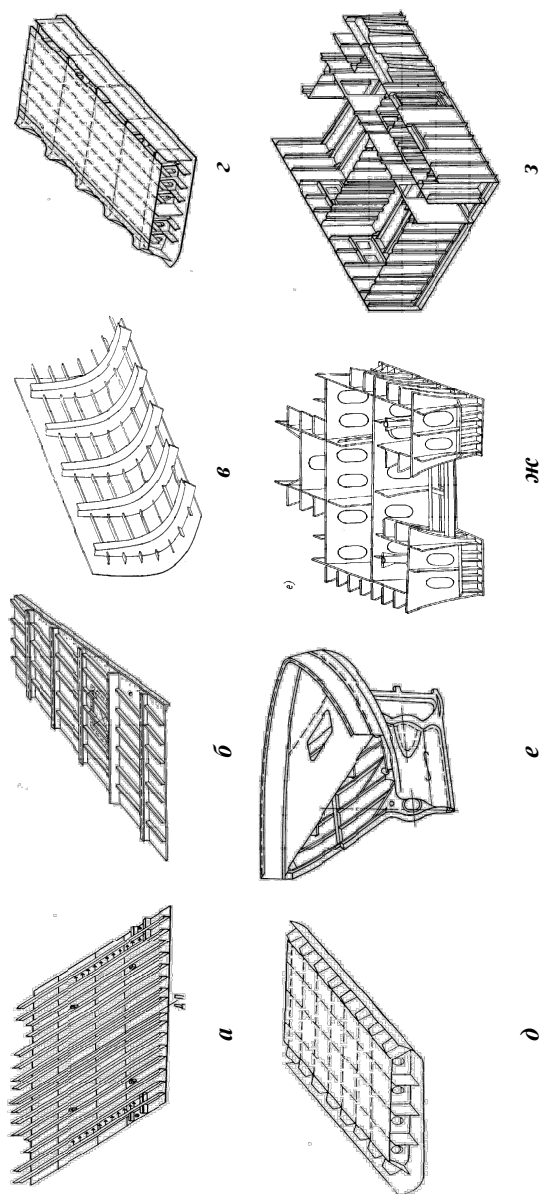


Рис. 1.3. Секции корпуса судна:

- а** — плоскостная без погребов с набором одного направления; **б** — плоскостная без погребов с набором двух направлений; **в** — полубоковая бортовая с погребом; **г** — полубоковая днищевая; **д** — объемная днищевая с криволинейными обводами; **е** — объемная кормовой оконечности; **ж** — объемная яруса надстройки (показана палубой вниз); **з** — фундамент под главный турбозубчатый агрегат (в положении сборки)

При строительстве судов в модульном исполнении корпус делят на конструктивные модули – конструктивно и технологически законченные унифицированные или стандартные плоскостные или объемные сборочные единицы. Такими модулями могут быть модуль-панели, состоящие из плоских листов с набором или гофрированных листов, модуль-секции и модуль-блоки.

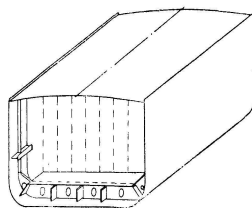


Рис. 1.4. Блок секций

1.2. Основные положения технологии изготовления корпусных конструкций

Изготовление корпусных конструкций производится на линиях и участках сборочно-сварочного цеха, специализированных для сборки и сварки определенных типов узлов и секций.

При выполнении технологических процессов изготовления корпусных конструкций применяют большое число разнообразной сборочно-сварочной оснастки, которая должна:

- обеспечивать заданные габариты и форму изготавливаемых конструкций, а также необходимую точность взаимного расположения узлов и деталей. Этого достигают правильным выбором конструкции оснастки и предотвращением или компенсацией общих сварочных деформаций собираемой конструкции корпуса судна за счет ее жесткого закрепления и придания предварительной обратной погиби на время сварки, а также изменения плазовых обводов на основе расчета ожидаемых сварочных деформаций или опыта изготовления аналогичных конструкций;
- быть удобной в эксплуатации и способствовать снижению трудоемкости проверочных и сборочно-сварочных

работ. В конструкциях оснастки необходимо предусматривать: быстродействующие прижимы для закрепления собираемых конструкций; фиксирующие устройства, уменьшающие время на разметку мест установки узлов и деталей и проверку их положения в процессе сборки; вырезы, обеспечивающие удобство и доступность выполнения работ;

- обеспечивать возможность механизации выполняемых сварочных работ. Для этого оснастка снабжается устройствами для автоматической сварки при повышенных зазорах или односторонней сварки с одновременным формированием двустороннего сварного шва, а также устройствами поворота изготавливаемой конструкции в удобное для сварки положение;

- быть транспортабельной, т.е. иметь рымы для крепления тросов, а также быть достаточно легкой, но жесткой, чтобы не деформироваться в процессе транспортировки.

Для повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции при выполнении технологических процессов изготовления корпусных конструкций применяют средства механизации и автоматизации.

В основу механизации сборочно-сварочного производства заложены конструктивно-технологическая однородность сборочных единиц – узлов и секций корпуса; технологичность корпусных конструкций в условиях механизации производства, т.е. пригодность конструкций к их механизированному изготовлению; типизация технологических процессов и оборудования для механизации и автоматизации; организация потока с принудительным (расчетным) ритмом, специализацией рабочих мест и синхронизацией их работы.

Решающее влияние на эффективность механизации и автоматизации сборочно-сварочного производства оказывает технологичность конструкций.

Под технологичностью судовых корпусных конструкций понимают совокупность свойств, удовлетворяющих заданным

условиям эксплуатации, при оптимальных затратах материалов и сроках изготовления, минимальной трудоемкости и стоимости с учетом особенностей заводов-строителей, ремонтпригодности и простоте обслуживания в процессе эксплуатации судна. На технологичность оказывают влияние тип производства (массовое, серийное, единичное), цикл постройки, действующая технология. Существуют общие требования, определяющие степень технологичности корпусных конструкций и влияющие на механизацию и автоматизацию процессов их изготовления.

Одним из важнейших требований является упрощение формы как всего корпуса судна, так и отдельных его частей. Упрощение формы обводов корпуса позволяет увеличить количество повторяющихся деталей, узлов и секций, повысить эффективность применения средств механизации и автоматизации, сократить номенклатуру оснастки и уменьшить производственные площади для изготовления корпусных конструкций, сократить время и объем технологической подготовки производства.

Большое значение для повышения технологичности корпусных конструкций имеет применение безнаборных (гофрированных) конструкций и максимальное использование прокатных и гнутых профилей вместо сварных. Перспективным направлением повышения технологичности корпусных конструкций следует считать применение модульного принципа при их проектировании.

1.3. Состав и характеристика технологических операций изготовления корпусных конструкций

Производственный цикл в сборочно-сварочном цехе начинается с момента получения деталей с участка комплектации

корпусообрабатывающего цеха и заканчивается испытанием на непроницаемость и окраской готовой корпусной конструкции. За это время выполняют различные виды работ: сборочные (в том числе разметку и проверку), сварочные с последующим контролем сварных соединений, пневматические (зачистку, рубку, сверление, клепку и чеканку), правку (тепловую или холодную), работы по установке деталей насыщения, проверочные работы, межоперационную окраску корпусных конструкций.

Сборка под сварку. Процесс сборки под сварку заключается в подготовке и предварительном соединении элементов конструкций для последующего окончательного их скрепления сваркой. Промежуточное (до сварки) взаимное сочетание кромок и поверхностей собираемых элементов, удовлетворяющее требованиям процесса сварки, называется сопряжением. При сборке более сложных конструкций, например, секций, часто собирают одновременно несколько сопряжений, находящихся рядом или пересекающихся друг с другом. Трудоемкость сборочных работ, включая пригонку деталей, составляет от 40 до 50 % всей трудоемкости изготовления корпусных конструкций.

Непременным условием изготовления корпусных конструкций является применение и настройка сборочной оснастки, что сводится к проверке формы ее рабочей поверхности – плоской для плоских конструкций; соответствующей плазовым данным – для криволинейных.

Непосредственное изготовление корпусной конструкции начинается с установки и ориентирования базовой детали или узла. Затем выполняется разметка базовых и контрольных линий, линий притыкания набора и т. п.

Основными документами для выполнения разметки являются данные, полученные от конструкторско-технологического отдела, и рабочие чертежи конструкций. Разметку

чаще всего производят вручную, выполняя геометрические построения простейшим измерительным и разметочным инструментом. При сборке конструкций с применением сборочно-сварочных агрегатов разметка, как правило, не требуется.

Состав размечаемых линий и их обозначения определяются конструкцией данного узла или секции и способами их изготовления. Например, на полотнищах плоских секций намечают линии основных или параллельных им плоскостей, от которых выполняют необходимые измерения, размечают линии положения набора и насыщения данной секции, устанавливают положение контрольных линий.

Детали и участки поверхности, подготавливаемые к сварке, а также места приварки временных креплений и сборочных приспособлений непосредственно перед сборкой высушивают и очищают от ржавчины до чистого металла. Ширина зачищаемой полосы на 5...10 мм превышает ширину сварного шва. Зачистку производят пневматическими или электрическими машинками с вставными металлическими щетками или абразивными кругами, а для наиболее важных соединений места сварки фрезеруют или вырубают пневмозубилами.

После подготовки кромок и поверхностей выполняют первичное наведение пригоняемых деталей с проверкой положения и предварительным закреплением электроприхватками. Размеры электроприхваток приведены в табл. 1.1. Производят проверку положения сборочно-сварочной оснастки, проверку положения, размеров и формы самих конструкций и их отдельных элементов. Для компенсации возможных погрешностей по пригоняемым кромкам деталей и узлов, а также по монтажным кромкам готовых конструкций оставляют припуски шириной 20...30 мм.

Таблица 1.1. Размеры электроприхваток

Параметры прихваток	Толщина S свариваемых деталей, мм				
	до 3 вкл.	4...10	11...15	16...25	более 25
Длина прихваток	10...15	15...20	20...30	30...40	40...50
Расстояние между прихватками	100...200	150...250	250...350	350...450	450...600
Высота прихваток при сварке стыковых, тавровых и угловых соединений без скоса кромок	Меньше или равно S	(от 0,5 до 0,7) S , но не более 12 мм			
Катет прихваток при сварке тавровых и угловых соединений без скоса кромок	3	4	5	6	6

Припуск удаляют ручной тепловой резкой частично или полностью в соответствии с требуемыми размерами. Одновременно с удалением припуска или после него кромки собранной конструкции разделяют под сварку (снимают фаску).

Для стягивания сопрягаемых деталей или смещения их в требуемое положение при выполнении сборки необходимо прилагать сборочные (стягивающие) усилия. Величина стягивающих усилий зависит от типа сопряжений, зазора между сопрягаемыми элементами, их формы и геометрических характеристик, а также от характера закрепления участков, смежных с местом сопряжения. В большинстве случаев значения стягивающих усилий лежат в пределах от 80 до 500 кН.

Используемые приспособления закрепляют к планкам или обухам, приваренным к собираемым деталям. Прихватка

обухов и планок увеличивает трудоемкость сборки и вызывает опасность повреждения поверхности конструкции короткими, зачастую некачественными швами, а также при последующем удалении планок и обухов. Поэтому рациональнее использовать приспособления, исключаяющие приварку, но имеющие механические, вакуумные или электромагнитные захваты. Поэтому наряду с ручными применяют и механизированные сборочные приспособления, специализированные и универсальные. Специализированные приспособления входят в состав механизированного оборудования участков и поточных линий, например, для изготовления тавровых балок, плоских секций. Универсальные механизированные сборочные приспособления с гидравлическим, пневмогидравлическим или пневматическим приводом представляют собой переносные стяжки (талрепы), распорки или домкраты.

Закрепление деталей при сборке конструкций под сварку выполняют электроприхватками (жесткое закрепление) или эластичными креплениями (гребенками, скобами, талрепами, струбцинами). Длина прихваток и их шаг обусловлены необходимостью создать надежное соединение собираемых деталей. Электроприхватки выполняют электродами той же марки, которые будут применяться при сварке данного соединения. Электроприхватки должны выполняться качественно, поскольку их металл, расплавляясь при сварке, входит в состав сварного шва.

Установка при сборке эластичных креплений обеспечивает свободное укорочение сварных соединений в плоскости свариваемых листов и противодействует развитию угловых деформаций. Сборочные гребенки, например, имеют длину порядка 350...450 мм и высоту около 80 мм. Их толщина должна быть в пределах $0,5S < S_r < S$, но не более 24 мм

(S – меньшая толщина стыкуемых листов, S_r – толщина гребенки). Гребенки устанавливают при сборке листов параллельно друг другу под углом около 45° к соединению и приваривают к обоим собираемым листам. Удаляют гребенки после выполнения сварного шва первого прохода.

Исходя из анализа состава сборочных операций, операционное время сборки узла (человеко-час или нормо-час) можно представить как совокупность времени на выполнение работ по установке, первичному наведению деталей с проверкой их положения и закреплением, проверке общей формы узла, которое определяется формой и размерами собираемых деталей, а также применяемой оснасткой, и времени на работы по совмещению кромок, их стягиванию и закреплению.

Сварка узлов и секций. При изготовлении корпусных конструкций возможны различные типы сварных соединений и швов (см. рис. 4.1). Сварку узлов и секций выполняют в основном механизированными способами в закрытых помещениях. Объем ручной сварки обычно не превышает 10 % общей протяженности выполняемых швов. Высокая степень механизации объясняется преимуществами применения предварительной сборки. Конструкции можно кантовать, чтобы перевести швы в удобное для сварки положение. Благодаря доступности швов применяют специализированные производственные сварочные установки; в закрытых помещениях исключается влияние атмосферных условий.

Все стыковые соединения протяженностью более 2 м, а также имеющие уклон вдоль шва не более 8° и поперек него до 20° , сваривают в нижнем положении автоматической сваркой под слоем флюса или в среде защитных газов.

Тавровые соединения можно сваривать в нижнем положении полуавтоматической и автоматической сваркой под

слоем флюса, а также полуавтоматической и автоматической сваркой в среде защитных газов. Автоматическую сварку ведут наклонным электродом, направленным в вершину угла образованного соединения.

Полуавтоматическую сварку в среде защитных газов применяют для коротких швов стыковых и тавровых соединений, а также для длинных швов пересечений элементов друг с другом, имеющих пространственное положение, отличающееся от нижнего. Во всех пространственных положениях также используют полуавтоматическую сварку порошковой проволокой – сварочной проволокой трубчатого сечения, содержащей внутри специальный порошок, состав которого улучшает качество сварного соединения, повышает стабильность и производительность процесса сварки и обеспечивает качественное формирование шва.

В реальных сварных соединениях всегда присутствуют погрешности формы и внутреннего строения. В тех случаях, когда эти погрешности превышают установленные пределы, они считаются дефектами. Размеры допустимых погрешностей сварных швов оговариваются Правилами классификационных обществ. Для обнаружения недопустимых наружных и внутренних дефектов сварные соединения корпусных конструкций подвергаются контролю. Контроль сварных соединений узлов и секций корпуса выполняется внешним осмотром и измерениями сечения швов всех сварных соединений по всей протяженности, проверкой швов проникающим излучением (рентгено – или гаммаграфированием), ультразвуковым контролем швов, проверкой плотности путем смачивания керосином поверхности одной из сторон шва с промазыванием меловым раствором другой стороны, смачиванием шва мыльным раствором с одной стороны и обдувом сжатым воздухом с другой.

Правка сварных корпусных конструкций. Изготовление сварных конструкций сопровождается сварочными деформациями, возникающими от неравномерного нагрева конструкций при сварке в условиях, исключающих свободное образование и развитие тепловых деформаций металла. Остаточные сварочные деформации разделяются на общие и местные. Общими называют деформации, которые вызывают изменение размеров и формы всей конструкции. Они проявляются в виде продольного и поперечного укорочений и изгиба конструкции как жесткой балки. Местные деформации приводят к изменению формы отдельных элементов конструкций. К местным деформациям относят бухтиноватость полотнищ, "домики" по стыкам и пазам свариваемых листов и др.

В тех случаях, когда остаточные сварочные деформации превышают допускаемые, конструкции подвергают правке холодными способами или с применением местных нагревов.

Холодными способами правки добиваются удлинения волокон сварных соединений, которые при сварке получили пластические деформации укорочения. Правку "в холодную" осуществляют прокаткой сваренных полотнищ в вальцах или растягиванием полотнищ на растяжных машинах, правкой сварных балок на гидравлических прессах, проколачиванием зон сварных соединений пневматическим молотком со специальным зубилом, а также прокаткой зоны сварного соединения в специальных установках.

Применение местных нагревов основано на том, что при нагреве волокна металла, расширяясь, встречают противодействие со стороны окружающего холодного металла и получают пластические деформации сжатия. Толщина металла в нагретой зоне несколько (на десятые и сотые доли миллиметра) увеличивается. Утолщенная зона после охлаждения вызывает стягивание окружающих ее участков металла,

в результате чего стрелка прогиба в месте деформации будет уменьшаться. Нагрев конструкций полосами или пятнами до температуры 650...750°C осуществляют чаще всего кислородно-ацетиленовым пламенем. Применяют также установки с индукционным нагревом. Ширина и вид полос нагрева (прямые или змейкой) зависят от толщины металла. Длина полос обычно не превышает тридцати толщин металла. При нагреве пятнами диаметр видимого пятна нагрева должен быть равен примерно четырем толщинам металла. Расстояние между полосами и пятнами нагрева принимают не более 6δ , где δ — ширина полосы или диаметр пятна нагрева.

Пневматические работы. К пневматическим относятся работы инструментом, приводимым в действие энергией сжатого воздуха. Сжатый воздух давлением 0,4...0,6 МПа поступает к потребителю по магистральным трубопроводам от заводской компрессорной станции. Пневматические инструменты могут быть ударного действия с прямолинейным, поступательно-возвратным движением или с вращательным движением. К инструментам ударного действия относятся пневматические молотки, которые в зависимости от назначения можно разделить на рубильно-чеканные и клепальные. Рубильно-чеканные молотки служат для подрубки кромок листов и других деталей, срубывания временных сборочных приспособлений, чеканки заклепочных соединений и т.п. Пневматические работы, особенно рубка и клепка, связаны с применением тяжелого физического труда, оказывают вредное воздействие на работающего и окружающих, характеризуются низкой производительностью. Работа пневматического инструмента сопровождается вибрацией, поэтому рекомендуют инструмент, снабженный виброгасящим устройством.

Для уменьшения объема пневматических работ стремятся повысить точность изготовления деталей, узлов, секций, кроме

того, заменяют рубку тепловой резкой и строжкой, зачисткой кромок с применением фрез, создают не приварные сборочные приспособления.

При изготовлении корпусных конструкций выполняют сверление различных отверстий, в том числе и заклепочных.

К пневматическим инструментам вращательного действия относятся различные пневматические машины (сверлильные, шлифовальные и др.). Они широко используются для зачистки кромок листов, торцов набора и мест установки набора под сварку, а также для зачистки сварных швов.

Заключительным этапом изготовления узлов, секций и блоков секций корпуса после установки элементов насыщения является контроль их формы и размеров. Контроль осуществляют с помощью проверочного инструмента. Допускаемые отклонения формы и размеров корпусных конструкций регламентированы и в большинстве случаев находятся в пределах 2...8 мм. После проверки формы и размеров производят контуровку конструкции, при которой удаляют припуски по кромкам, кроме монтажных. В обоснованных случаях удаляют и монтажный припуск, что означает контуровку конструкций в "чистый" размер. После сдачи на конструктивность ОТК завода и представителям Классификационного общества готовые конструкции очищают и окрашивают консервирующим грунтом, предохраняющим от коррозии на период постройки судна. Очистку и окраску ведут в специальном отделении сборочно-сварочного цеха.

1.4. Оснастка, приспособления и инструмент для изготовления корпусных конструкций

Для осуществления любого технологического процесса необходима та или иная совокупность орудий производства, которые называют *средствами технологического оснаще-*

ния (СТО). К ним относят технологическое оборудование, оснастку, приспособления и инструмент. *Технологическое оборудование* – средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещают материалы или заготовки, а также средства воздействия на них. Примерами технологического оборудования служат гибочные прессы, машины для тепловой резки, агрегаты для сборки и сварки корпусных конструкций, станки для гибки труб, расточные станки и др.

К *технологической оснастке* относят СТО для изготовления корпусных конструкций (стенды, постели, стапель-кондукторы, кантователи, позиционеры и др.), оснастку к трубогибочным станкам, оснастку для проведения испытаний механизмов, устройств.

Разработку технологических процессов, выбор существующих или создание новых средств технологического оснащения осуществляют на стадии технологической подготовки производства к постройке судов. Классификация сборочно-сварочной оснастки, применяемой при изготовлении узлов, секций и блоков секций приведена на рис. 1.5.

Сборочные стенды – металлические или железобетонные конструкции, рабочая поверхность которых служит опорой для плоских базовых элементов узлов и секций (рис. 1.6).

Постелями называют специальное технологическое оборудование судостроительного производства, которое обеспечивает возможность сборки конструкций сложных криволинейных обводов и создает опорную поверхность для установки любой собираемой конструкции (борта, днища, гофрированной переборки) в горизонтальном или близком к нему положении. Классификация сборочно-сварочных постелей приведена на рис. 1.7. Конструктивное исполнение постелей разнообразно и зависит главным образом от серийности выпуска изготавливаемых секций (рис. 1.8–1.9).

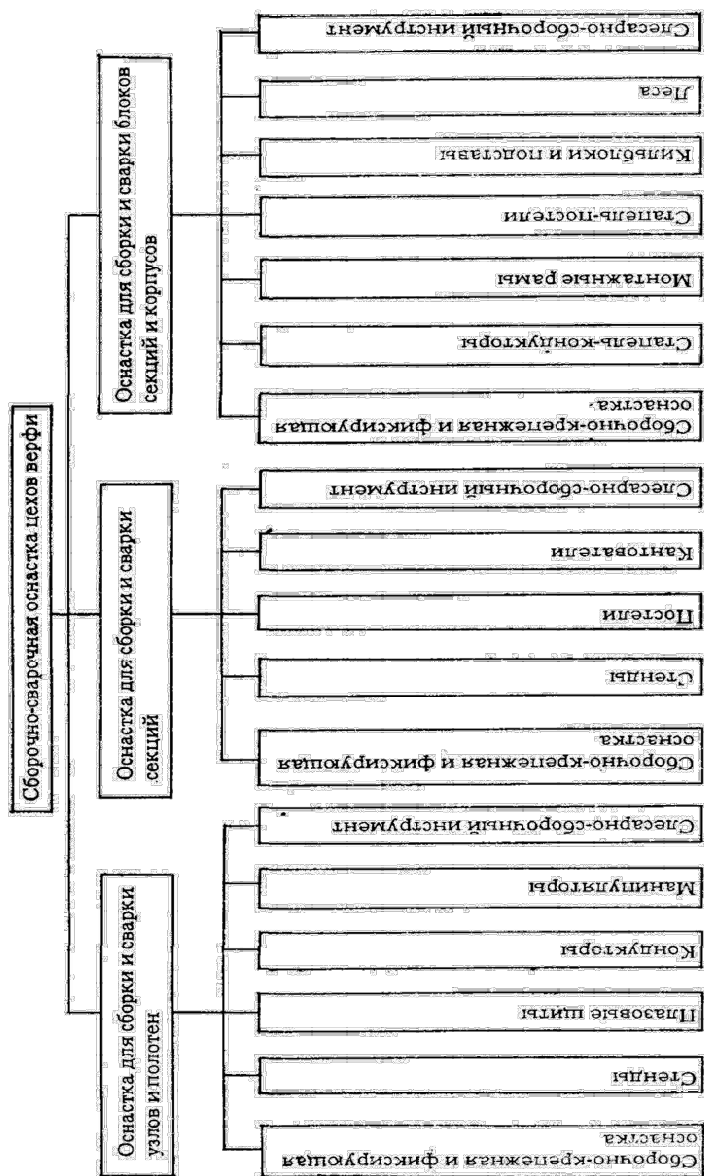


Рис. 1.5. Классификация сборочно-сварочной оснастки

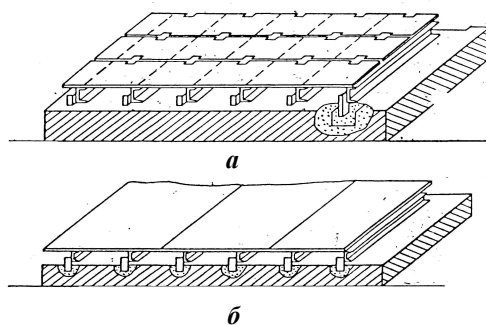


Рис. 1.6. Сборочные стенды:

a – с настилом из листов, имеющих вырезы для крепления приспособлений; *б* – со сплошным настилом

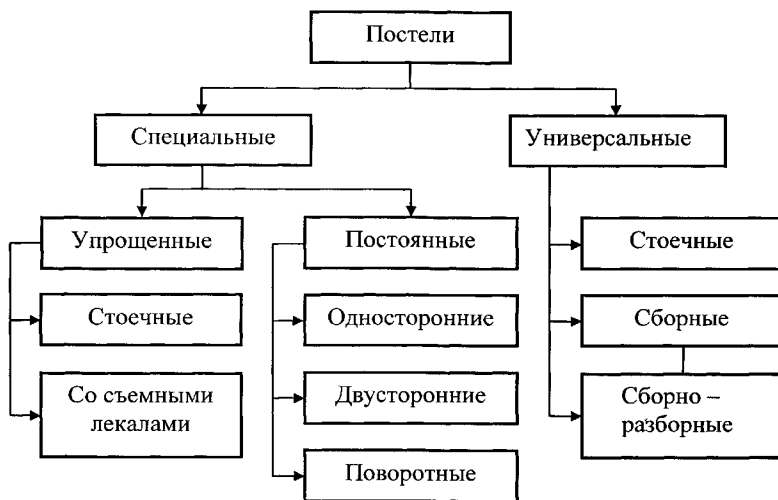


Рис. 1.7. Классификация сборочно-сварочных постелей

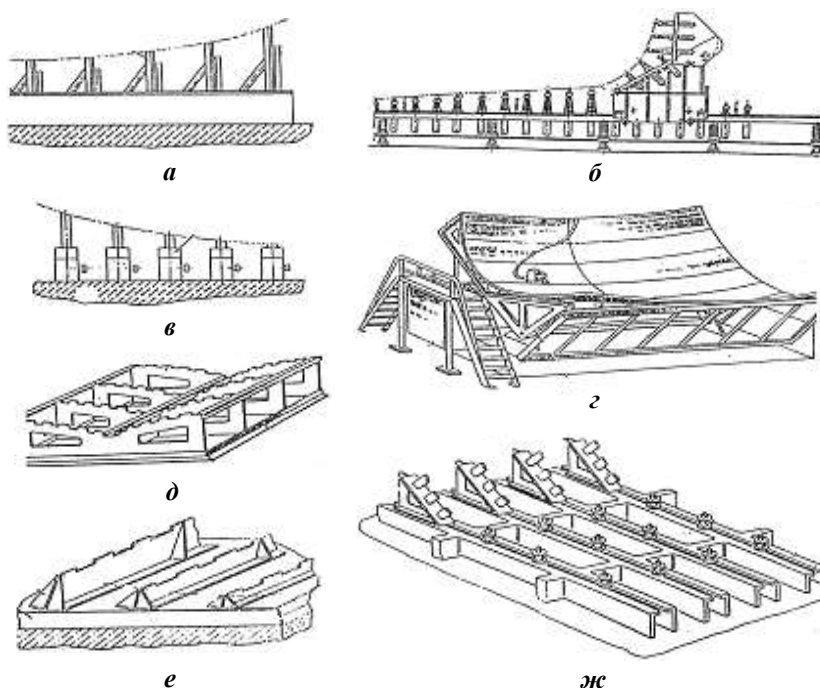


Рис. 1.8. Конструктивные типы постелей:

- а*** – упрощенная стоечная с постоянными стойками;
б – универсальная; ***в*** – упрощенная стоечная с выдвижными стойками; ***г*** – поворотная; ***д*** – постоянная односторонняя;
е – со съемными наклонными лекалами; ***ж*** – стоечный стенд-постель

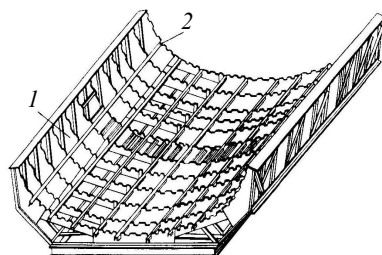


Рис. 1.9. Постоянная постель для сборки днищевых секций:

- 1*** – лекало; ***2*** – продольная связь

Стапель-кондукторы (рис.1.10–1.11) являются одной из разновидностей постелей. Предназначены для сборки и сварки объемных секций оконечностей и блоков секций. Так же как постели, стапель-кондукторы с помощью ферм-лекал воспроизводят криволинейные обводы корпуса, обеспечивают возможность установки и контроля положения узлов и плоскостных секций, из которых собирают объемные конструкции и блоки. Они предназначены для сборки форпика и ахтерпика, оборудованы специальными устройствами для центровки деталей относительно оси валопровода и баллера руля, а также для проверки положения форштевня.

Рис. 1.10. Стапель-кондуктор

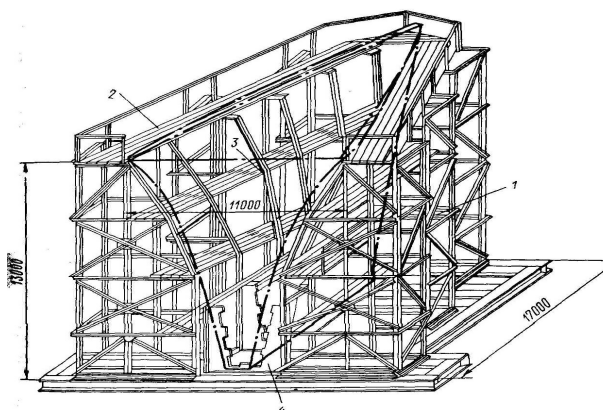
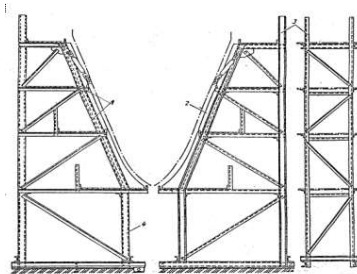


Рис. 1.11. Кондуктор для сборки и сварки объемной секции носовой оконечности

Кантователи (рис. 1.12) предназначены для поворота секции в удобное положение для сварки, особенно для применения полуавтоматической и автоматической под флюсом.

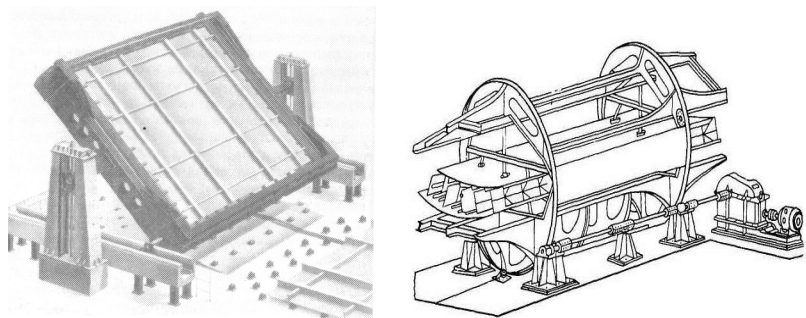


Рис. 1.12. Кантователи

Приспособления (рис. 1.13) главным образом обеспечивают фиксацию или перемещение предметов труда или инструмента при выполнении технологической операции. Приспособлениями являются: направляющие для перемещения по заданной траектории полуавтоматов для тепловой резки и сварочных автоматов; зажимы и фиксаторы для закрепления деталей, узлов и секций корпуса судна при их сборке; устройства, применяемые при монтаже валопроводов, механизмов, трубопроводов. При установке высокого продольного и поперечного набора, переборок применяют раскосы, фиксаторы, направляющие планки-фиксаторы.

Инструмент предназначен для воздействия на предмет труда с целью изменения его состояния. Номенклатура инструмента, применяемого в судостроительном производстве, весьма широка. Здесь и разметочный, проверочный, сборочный инструмент, инструмент для механической и тепловой резки металла, инструмент для обработки поверхностей (табл. 1.2 и рис. 1.14–1.16).

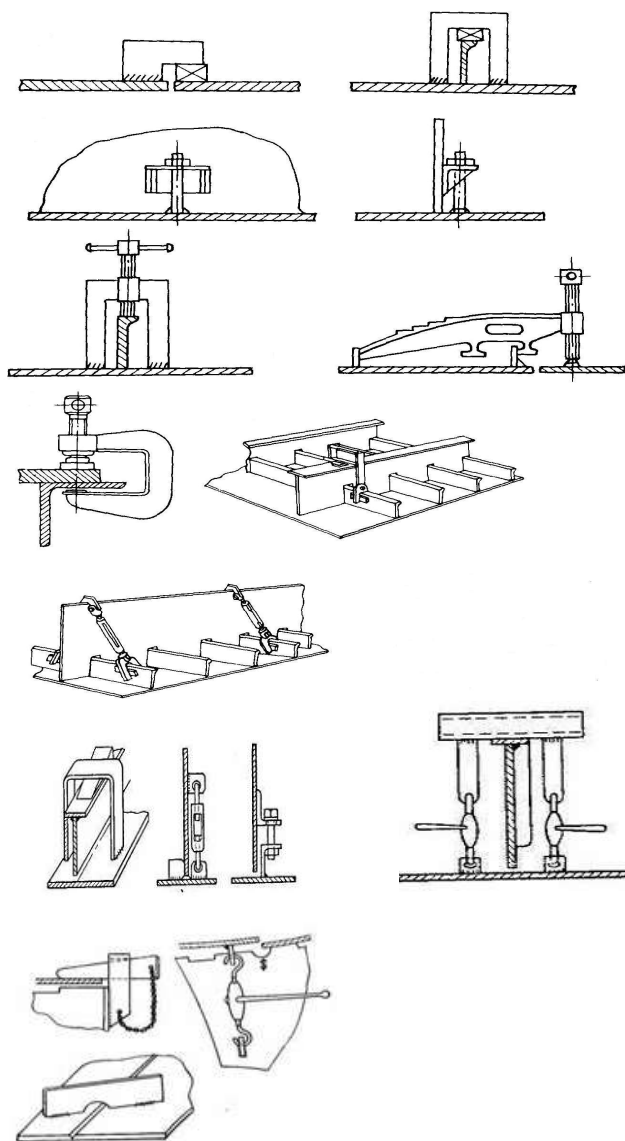


Рис. 1.13. Различные типы приспособлений

Таблица 1.2. Перечень инструментов, применяемых при изготовлении корпусных конструкций

Наименование и тип	Назначение
Нитки	Для разметки
Мел	Для разметки
Чертилки	Для нанесения линий при выполнении разметочных работ
Кернер	Для кернения прочерченных линий
Отвес	Для контроля вертикальности при установке деталей
Струна	Для выполнения проверочных и разметочных работ
Кронштейн для натяжения струны	Для натяжения струны
Циркуль	Для вычерчивания окружностей
Ломики	Для выполнения сборочных работ
Бухтиномер	Для измерения стрелки прогиба бухтин
Молотки деревянные	Для правки тонколистовых корпусных конструкций
Киянки	Для рихтовочных работ
Гладилки плоские	Для рихтовочных работ
Кувалда	Для рихтовочных работ
Талрепы	Для выполнения сборочно-сварочных работ
Напильник	Для снятия заусенцев
Зубило	Зачистка сварных швов, снятие заусенцев
Набор гаечных ключей	Для наворачивания и отвертывания гаек, ввертывания болтов



Рис. 1.14. Шланговый ватерпас:

1 – резиновый шланг; *2* – стеклянные трубки



Рис. 1.15. Теодолит

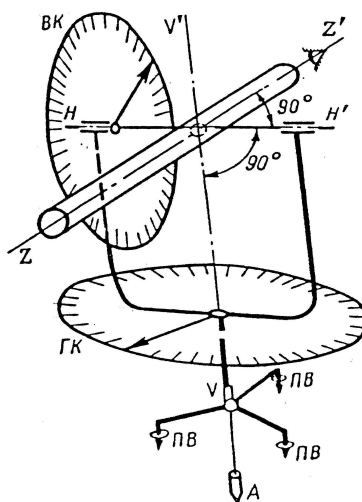


Рис. 1.16. Геометрическая
схема теодолита

ГЛАВА 2

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ УЗЛОВ КОРПУСА СУДНА

2.1. Общие положения

Узлы согласно конструктивно-технологической классификации (см. главу 1, § 1.1) имеют специфические особенности, которые определяют различные подходы к разработке технологических процессов их изготовления.

В процессе сборки узлов в сборочно-сварочном цехе производится:

- а) взаимная установка деталей узла в положение, заданное чертежом и необходимое для выполнения сварки;
- б) проверка сборки конструкции в пределах устанавливаемых допусков;
- в) закрепление собранных деталей на электроприхватках или с помощью фиксирующих устройств;
- г) установка при необходимости временных фиксаторов, распоров, стяжек, гребенок или других элементов, обеспечивающих взаимное расположение деталей, жесткость изделия при транспортировке или предупреждающих появление чрезмерных сварочных деформаций.

После этого конструкцию сдают под сварку. Это же относится к сборке секций корпуса судна.

Для обеспечения качественного изготовления корпусных конструкций необходимо соблюдать технические условия и требования технологических процессов, а также правила постройки судов, установленные классификационным обществом.

Перед началом сборки следует внимательно изучить рабочие чертежи конструкций и технологический процесс, проверить наличие необходимых для сборки деталей, приспособлений и инструмента.

При сборке конструкций на сборочной площадке, стенде или в постели необходимо следить за плотным прилеганием листов к их поверхности. Листы закрепляют к лекалам или стойкам постели с помощью стальных планок-фиксаторов толщиной 6...8 мм и размерами около 50×100 мм, прихватываемых длинной стороной к лекалу или к стойке постели, а короткой – к закрепляемому листу. Тонколистовые полотна толщиной менее 6 мм, собираемые на сборочном стенде, обжимают по их плоскости и прихватывают к стенду по контуру.

Непосредственно перед сборкой под сварку кромки деталей и прилегающие к ним участки шириной 20...30 мм должны зачищаться от ржавчины, окалины, краски, масла и других загрязнений (рис. 2.1), а при необходимости просушиваться.

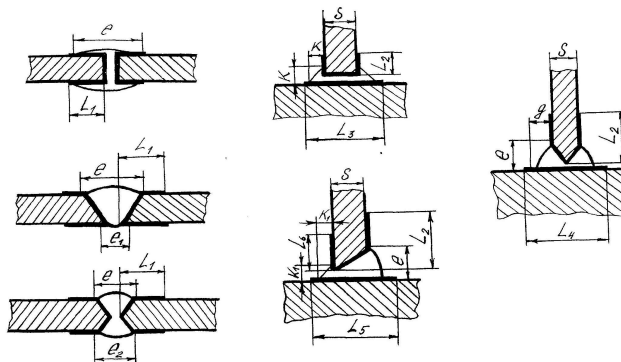


Рис. 2.1. Ширина зачищаемых кромок соединяемых деталей или конструкций

Зачистку выполняют пневматическими шлифовальными машинами, снабженными стальной проволочной щеткой или абразивным кругом. Масло и краску удаляют ветошью, смоченной в уайт-спирите или другом растворителе. Чистоту кромок проверяют перед началом сварки. Недоступные для повторной зачистки кромки стыковых и тавровых соединений сушат перед сваркой пламенем газовой горелки.

Зазоры между деталями и углы разделки кромок под сварку необходимо выдерживать в соответствии с требованиями стандарта или чертежа.

Для повышения качества сварки необходимо выдерживать равномерный зазор по всей длине соединения. С этой целью используют технологические планки, фиксаторы или гребенки толщиной не менее минимального зазора под сварку. Их удаляют по мере сварки собираемого соединения. В стыковых соединениях кромки листов и профилей должны находиться в одной плоскости. Допускаемое несовпадение кромок не должно превышать 10 % от толщины более тонкого листа или профиля, но не более 3 мм (см. главу 5).

На участках пересечения стыковых и угловых соединений запрещается ставить электроприхватки, свариваемые во вторую и третью очереди, на расстоянии менее 50 мм от пересекаемого соединения, которое сваривают в первую очередь.

В крестообразных стыковых соединениях разрешается (а при автоматической сварке даже рекомендуется во избежание прожогов) ставить электроприхватки, если сварка каждого из них не прерывается у крестообразного соединения. На концах стыкуемых кромок выполняют две-три усиленные электроприхватки длиной 50...70 мм при расстоянии между ними 100...150 мм.

Электроприхватки, закрепляющие конструкции при сборке, подъеме, кантовке и транспортировке, зачищают

от шлака, металлических брызг и тщательно проверяют при внешнем осмотре. Некачественно выполненные электроприхватки, а также электроприхватки с трещинами обязательно удаляют газовой или воздушно-дуговой строжкой. Размеры электроприхваток приведены в главе 1, §1.3, табл. 1.1.

Приварку гребенок, планок и обушков для прижимов – "рыбьих хвостов" выполняют односторонним швом калибром 3...6 мм в зависимости от толщины деталей. Эластичные крепления не должны препятствовать свободной усадке сварных соединений в плоскости свариваемых листов, но должны противодействовать развитию угловых деформаций. Гребенки при сборке устанавливают параллельно друг другу и под углом 45° к оси шва с приваркой к обоим стыкуемым листам. Как правило, гребенки ставят со стороны, обратной первому проходу сварного шва. После сварки шва с одной стороны их удаляют. Толщина гребенок равна, примерно, толщине свариваемых листов, но не более 24 мм, длина $l = a - 50$ мм (где a – шпация), но не более 350 мм, а высота ее должна быть не менее 80 мм.

При сварке креплений (обухи, скобы и др.) не допускаются подрезы основного металла конструкции. Удаляют сборочные приспособления и временные крепления газовым или воздушно-дуговым строгачом. Допускается удалять гребенки и другие временные крепления разрушением электроприхваток изгибом на шов (отламыванием). Утолщения (наплывы) и углубления, образовавшиеся после отламывания креплений, соответственно зачищают или подваривают на следующих конструкциях: палубе, днище, бортах (снаружи), переборках, ограничивающих цистерны; конструкциях в районах интенсивной вибрации, на незащищаемых конструкциях жилых помещений. На остальных конструкциях разрешается оставлять электроприхватки высотой до 10 мм без зачистки, если это не оговаривается чертежами.

В процессе сборки припуски на некоторых деталях удаляют с помощью газовой резки или пневматической рубки. После подгонки деталей должна быть выполнена или восстановлена разделка кромок под сварку в соответствии с чертежом. На деталях толщиной менее 8 мм разделку кромок выполняют пневматическим зубилом, а при толщинах 8 мм и более – газовым резаком. После тепловой резки кромки деталей очищают от грата с помощью шлифовальной машинки или зубила.

2.2. Изготовление сварных тавровых балок

Балками в судостроении принято называть узлы, состоящие из стенки с приваренным к ней пояском, у которых отношение длины к большему размеру поперечного сечения превышает 4,5...5, а основные швы (в случае сварной балки) направлены параллельно продольной оси узла. Балки могут иметь различный профиль (Т-образный, Г-образный), быть прямолинейной (рис. 2.2) или криволинейной (рис. 2.3) формы, подкреплены или не иметь поперечных ребер.

Наибольшее распространение в судостроении получили тавровые балки. Они используются в конструкциях корпуса судна в качестве: рамных шпангоутов, продольного набора, вертикального кия, бортовых стрингеров, палубных бимсов и карлингсов, шельфов, стоек поперечных и продольных переборок, ребер жесткости и др.

К технологическим особенностям таких балок относятся: простота сборки из-за небольшого количества деталей, значительная протяженность продольных швов, что делает целесообразным использование автоматической сборки и сварки; склонность балок к приобретению остаточных сварочных деформаций вследствие большого отношения длины

к размерам поперечного сечения. Длинными в судостроении принято считать тавровые балки длиной свыше 2,5 м.

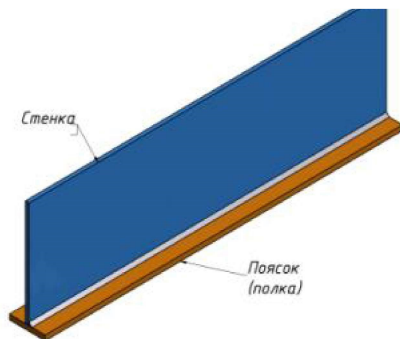


Рис. 2.2. Тавровая балка прямолинейной формы

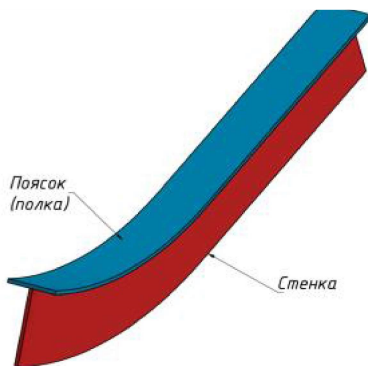


Рис. 2.3. Тавровая балка криволинейной формы

Сварные тавровые балки принято обозначать на сборочных чертежах специальным знаком тавра и цифрами в виде дроби с указанием размеров стенки над чертой и размеров пояска – под чертой.

В зависимости от технологических возможностей судостроительного предприятия и серийности заказа при изготовлении узлов типа тавровых балок используют следующие методы изготовления:

- свободная сборка и сварка на стенде;
- сборка и сварка в кондукторах;
- станочная сборка и сварка;
- сборка на поточных линиях.

Свободная сборка и сварка тавровых балок на стенде выполняется в условиях единичного производства на небольших судостроительных предприятиях, не располагающих достаточным технологическим оборудованием.

Рассматриваемый метод предполагает установку, сборку и сварку узла на произвольных ровных площадках или стендах с использованием стандартных ручных прижимных и фиксирующих приспособлений (рис. 2.4). При этом все операции выполняются вручную. Последовательность выполнения работ в технологических процессах изготовления узлов приведена в табл. 2.3. При свободной сборке и сварке узлов допускаются отклонения размеров и взаимного расположения деталей в соответствии с табл. 2.1.

Таблица 2.1. Допускаемые отклонения размеров и формы тавровых балок после сборки

№	Наименование параметра	Допускаемое отклонение	Примечание
1	Смещение стенки и ребер	± 2 мм	на 1 м длины
2	Перекося пояска	± 4 мм	
3	Волнистость стенки	± 2 мм	на 1 м длины
4	Изменение длины и ширины	± 2 мм	
5	Неперпендикулярность элементов	± 3 мм	высота стенки $< 0,5$ м
		± 4 мм	высота стенки $> 0,5$ м
6	Отклонение криволинейной кромки от шаблона	± 2 мм	

Применяемые оснастка и инструмент (см. главу 1 §1.4, табл. 1.2): универсальный плоский стэнд-плита (достаточных размеров, соизмеримый с размерами изготавливаемого узла), винтовые приварные фиксаторы, мерительный инструмент (линейка, металлическая рулетка, угольник), кувалда, молоток, ломик, сварочные посты с ручной электродуговой и полуавтоматической сваркой в среде защитных газов для прихватки и сварки стальных деталей.

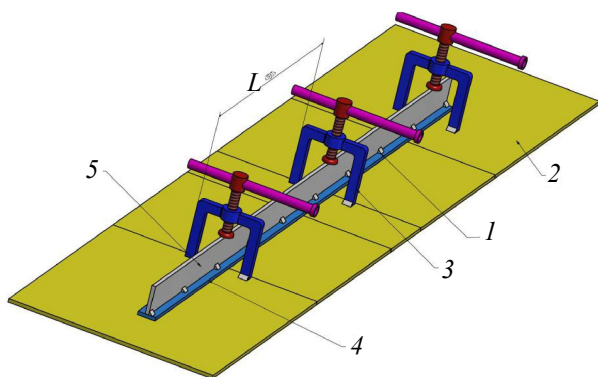


Рис.2.4. Схема сборки тавровой балки с применением приварных П-образных скоб:

1 – электроприхватка; *2* – стэнд; *3* – П-образная скоба с винтовым прижимом; *4* – поясок тавра; *5* – стенка тавра; *L* – установочное расстояние между прижимами

Как правило, изготовление тавровых балок производится на специализированных участках сборочно-сварочных цехов судостроительных предприятий, оборудованных средствами подъема и транспортировки заготовок и готовых узлов (краны, транспортные тележки и т.п.).

Изготовление узлов с помощью кондукторов. Кондуктор – это приспособление или устройство, позволяющее закреплять

детали узла относительно друг друга в нужном положении, стягивать и удерживать их от свободного перемещения во время сварки, фиксировать геометрические параметры узла за счет установки фиксаторов без пригонки. Большим преимуществом кондукторов является то, что они обеспечивают точность расположения деталей собираемой конструкции без разметки. При сборке в кондукторе сварочные деформации уменьшаются на 20...30 % по сравнению со свободной сборкой и сваркой узлов.

Кондукторы могут быть:

- специализированными (в условиях серийного производства), изготовленными и настроенными на сборку тавровых балок определенного типоразмера и формы;
- универсальными, быстроперенастраиваемыми для изготовления тавровых балок необходимого типоразмера.

По степени механизации кондукторы делятся на:

- с винтовыми прижимами типа струбцин;
- с электромагнитными прижимами;
- с пневматическими прижимами;
- с гидравлическими прижимами.

Простейшим кондуктором для сборки тавровых балок является винтовой кондуктор, схематично показанный на рис. 2.5. Он также может использоваться для сборки коротких тавров, бракет и книц с прямолинейными и криволинейными поясками.

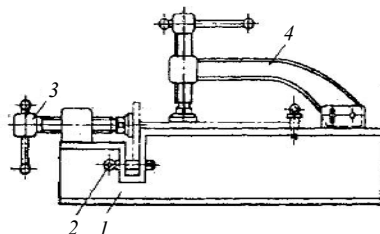


Рис. 2.5. Схема устройства простейшего винтового кондуктора:
1 – рама кондуктора; 2 – закладной штырь; 3 – горизонтальный прижим; 4 – вертикальный прижим

Принцип действия винтового кондуктора: полка свариваемого таврового профиля прижимается к раме кондуктора 1 вертикальным винтовым прижимом 4 и фиксируется от перемещения по ширине фиксатором, установленным на раме. В соответствии с шириной полки устанавливается закладной штырь 2, полка прижимается к стенке горизонтальным прижимом 3. Детали, собранные таким образом, закрепляют электроприхватками, затем производят их сварку принятым на предприятии способом.

Винтовые прижимы устанавливаются с шагом 0,6...0,7 м. Собранные вместе прижимы (рис. 2.6) образуют простейший кондуктор для сборки и сварки прямолинейных или криволинейных балок (в последнем случае винтовые приспособления выставляются по лекальной кривой).

Пример такого кондуктора приведен на рис. 2.5.

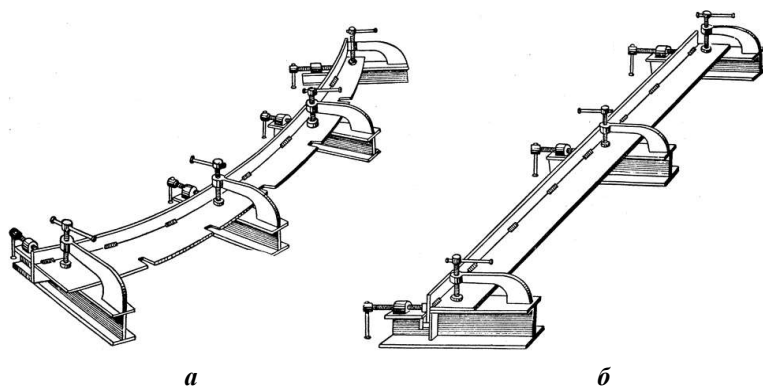


Рис. 2.6. Простейшие кондукторы на базе ручных винтовых прижимов:

а — для сборки криволинейных балок; *б* — для сборки прямых балок

В современных кондукторах используются пневмоэлектромагнитные прижимы. Схема такого кондуктора показана на рис. 2.7. На корпусе кондуктора установлен электромагнитный

прижим 1, фиксирующий стенку собираемой балки. Горизонтальный пневматический прижим 3 осуществляет прижатие полки к стенке. Фиксация положения полки по высоте осуществляется вертикальным фиксатором 2. Для возможности поворота узла у некоторых кондукторов предусмотрены кантователи и манипуляторы.

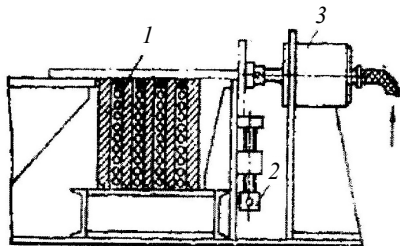


Рис. 2.7. Схема пневмо-электромагнитного кондуктора для сборки и сварки тавровых балок:

- 1 – электромагнитный прижим;
2 – вертикальный фиксатор;
3 – пневматический прижим

Изготовление тавровых узлов с использованием станков и автоматизированных поточных линий. Станочная сборка и сварка узлов типа тавровых балок прямолинейной и криволинейной формы является наиболее прогрессивным методом изготовления конструкций в современном судостроении. Станочное изготовление узлов позволяет объединить в единый процесс сборку и сварку и, таким образом, повысить производительность почти в 2 раза.

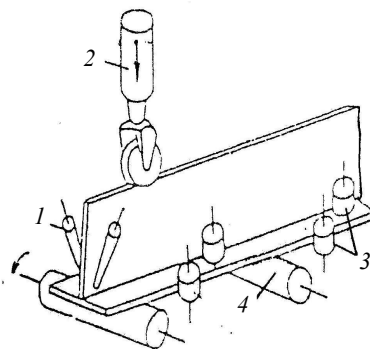
При серийном изготовлении тавровых балок используются специальные станки типа:

- станок СТС для сборки и сварки балок прямолинейной и криволинейной формы длиной более 1500 мм с радиусом кривизны более 2500 мм и постоянной высотой до 700 мм;
- станок МИБ-700 для сварки балок прямолинейной формы длиной более 1500 мм с постоянной высотой стенки до 700 мм;
- станок СТУ для сборки балок прямолинейной и криволинейной формы с радиусом кривизны более 500 мм с односторонним сварным швом.

Принципиальная схема станка для сварки тавровых балок приведена на рис. 2.8, а схема рабочего узла станка СТС-2М – на рис. 2.9.

Рис. 2.8. Принципиальная схема станка для сварки тавровых балок:

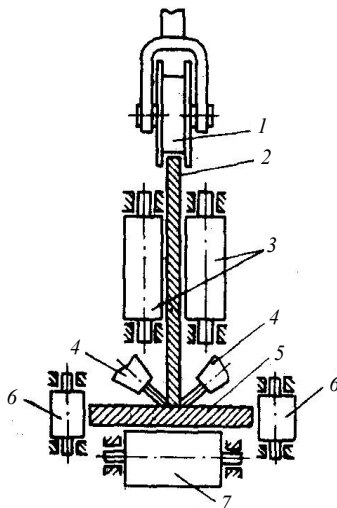
- 1 – сварочная головка;
- 2 – нажимной ролик;
- 3 – центрующие ролики;
- 4 – приводные опорные ролики



Взаимная наводка и стягивание сопряжений производится системой роликов: направляющих, приводных опорных и нажимного. Нажимное усилие создают установкой пружинных и пневматических механизмов. Сваривают тавровую балку одновременно двумя сварочными головками с двух сторон.

Рис. 2.9. Схема рабочего узла станка СТС-2М:

- 1 – обжимающий ролик;
- 2 – стенка тавровой балки;
- 3 – ролики, центрующие стенку;
- 4 – сварочные головки;
- 5 – полка тавровой балки;
- 6 – ролики, центрующие полку;
- 7 – ведущий ролик



Станок позволяет сваривать балки достаточно большой кривизны (радиусом более 2500 мм). Кривизна балки компенсируется подъемом и опусканием ее концов на опорах специальных тележек.

На фото рис. 2.10 в качестве примера приведен станок для сварки двутавровой балки с двумя сварочными головками, а на рис. 2.11 – блок сварочных головок и роликов.



Рис. 2.10. Станок для сварки тавровых балок

Сборка тавровых балок на поточных линиях. Сборка на поточных линиях позволяет комплексно механизировать все технологические операции, включая вспомогательные.

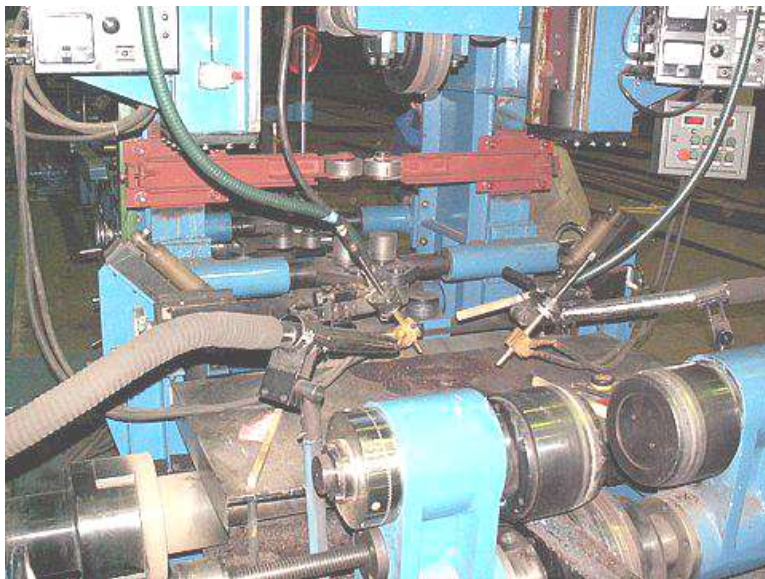


Рис. 2.11. Блок сварочных головок и роликов

Сборка тавровых балок на поточных линиях. Сборка на поточных линиях позволяет комплексно механизировать все технологические операции, включая вспомогательные.

Линия состоит из следующих основных частей (рис. 2.12): сборочно-сварочного станка, имеющего консоль с вертикальными и горизонтальными роликами для взаимного центрирования пояска и стенки и их движения в рабочую клетку станка; приемного рольганга, на который выходит сваренная балка; переднего перегружателя с поворотными электромагнитными захватами для подачи на консоль станка поясков и стенок; заднего перегружателя для снятия готовых балок с приемного рольганга и укладки их в контейнер. Кроме того, рядом с линией установлены столы: передний – для установки кассеты с поясками и стенками и задний – для контейнера с готовыми балками.

Современные поточные линии включают дополнительные устройства и обрабатывающие станки, позволяющие выполнить полный комплекс операций по изготовлению узлов. Обычно такие линии комплектуют следующим оборудованием:

- стенд для сборки тавровой балки и электроприхватки полки к стенке;
- два участка сварки, оборудованных консольными машинами для сварки под флюсом;
- станок для правки грибовидности полок балки;
- камера дробеструйной обработки;
- торцефрезерный станок;
- участок резки со станками с ленточными пилами.

Современные установки содержат в своем составе сварочные манипуляторы, позволяющие максимально автоматизировать процессы сварки.

На рис. 2.13 показан общий вид портальной автоматической установки для сварки под флюсом крупных балок.

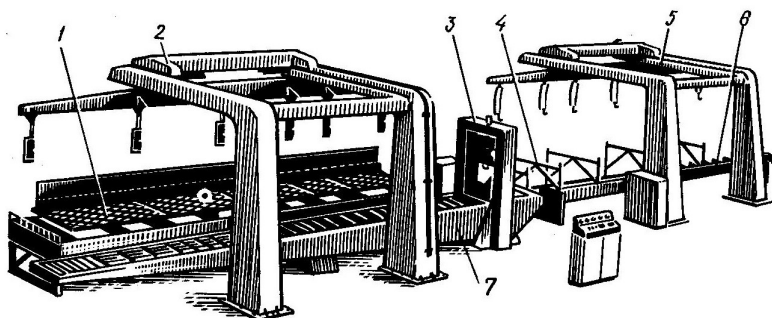


Рис. 2.12. Схема поточной линии МИБ-700 для механизированного изготовления прямых тавровых балок:

- 1 – передний стол для установки кассеты с поясками и стенками;
2 – передний перегружатель с поворотными электромагнитными захватами для подачи поясков и стенок; 3 – сборочно-сварочный станок;
4 – задний стол для контейнера готовых балок; 5 – задний перегружатель с электромагнитными захватами для снятия готовых балок;
6 – приемный рольганг для сваренной балки; 7 – консоль

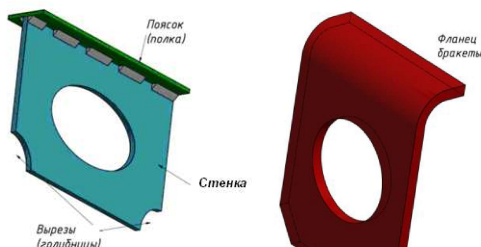


Рис. 2.13. Общий вид портальной автоматической установки для сварки под флюсом крупных балок

2.3. Изготовление коротких тавров, бракет и книц с поясками

Чаще всего такие узлы имеют Т-образную или Г-образную форму поперечного сечения (рис. 2.14). Если поясек тавра прямой, то для сборки можно использовать те же кондукторы, что и для сборки тавровых балок. Узлы этой группы с прямолинейными поясками целесообразно сваривать целой партией, укладывая каждый узел по непрерывной линии один за другим вдоль хода головки сварочного автомата.

Рис. 2.14. Бракетy с приваренным пояском и отогнутым фланцем



2.4. Изготовление широких полос с ребрами жесткости или поясками

К таким узлам относятся вертикальный киль, стрингеры, флоры, рамные бимсы с приваренными поясками и т.д. (рис. 2.15–2.16).

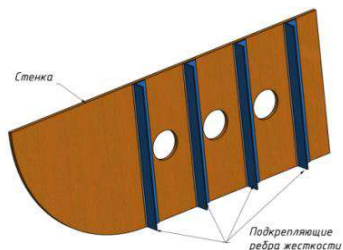


Рис. 2.15. Днищевой флор с подкрепляющими вертикальными ребрами

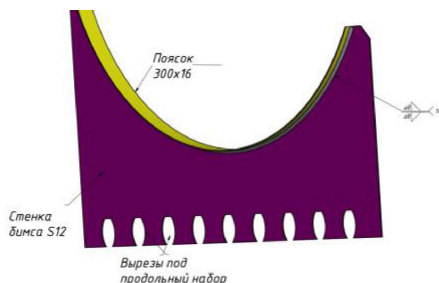


Рис. 2.16. Рамный флор с пояском и вырезами под протягиваемый продольный набор

Этот тип узлов классифицируется по таким признакам:

- 1) по направлению подкрепляющих ребер жесткости:
 - с ребрами одного направления,
 - с ребрами двух направлений;
- 2) по наличию вырезов:
 - с вырезами,
 - без вырезов (сплошные);
- 3) по наличию пояска:
 - с пояском,
 - без пояска.

Сборку и сварку широких полос с ребрами жесткости выполняют на плоских стендах, оборудованных передвижными порталами (рис. 2.17). На портал навешивают отдельные устройства для наведения и прижатия ребер к листу и для сварки набора с листом.

При приварке ребер жесткости к широким полосам характерным видом деформации являются так называемые "домики". Для их предупреждения может использоваться сосредоточенный обратный выгиб листа с помощью ряда роликов, встроенных в стенд и выдвигаемых снизу, и верхних упоров или роликов, прижимающих лист сверху. Высоту нижних роликов и расстояние между верхними прижимными роликами выбирают такими, чтобы создать в кромке листа поперечные растягивающие напряжения, достигающие $0,5\sigma_{\text{т}}$.

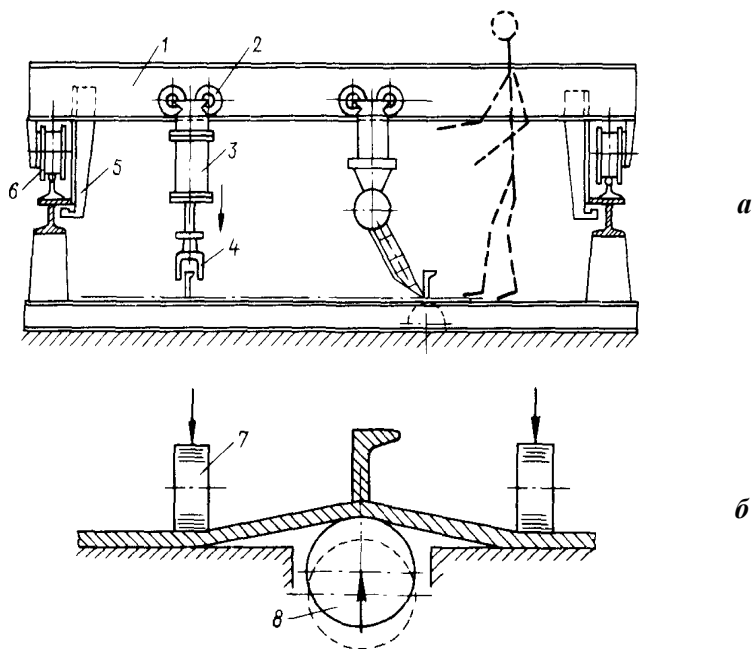


Рис. 2.17. Схема передвижного портала над сборочным стендом (а) и схема выгиба листа на нем (б):

- 1 – несущая балка; 2 – тележка навесного устройства;
3 – пневмоцилиндр для прижима ребра; 4 – захват ребра; 5 – захват направляющих рельсов; 6 – опорное колесо балки; 7 – верхние прижимные ролики; 8 – нижние выдвигаемые ролики

Существуют проекты механизированных участков для изготовления этих групп узлов. На рис. 2.18 показана схема такого участка.

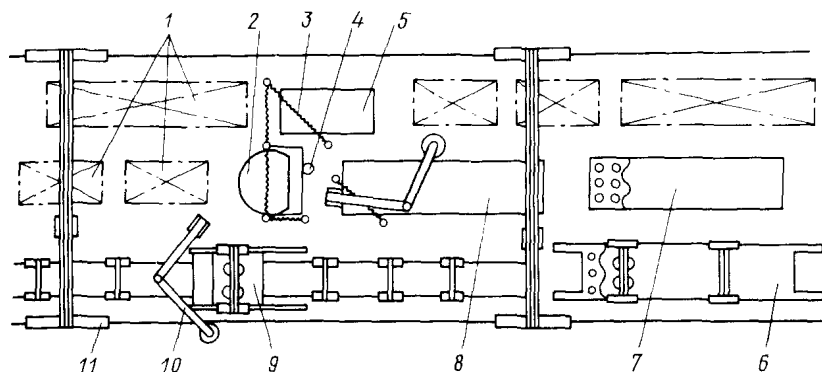


Рис. 2.18. Схема механизированного участка
для изготовления узлов набора:

1 – контейнеры; 2 – поворотный стол сварщика; 3 – светозащитная ширма; 4 – винтовой стул; 5 – стол сборщика; 6 – стол для правки узлов; 7 – накопитель узлов вертикального типа; 8 – сварочный стол; 9 – универсальный стенд для сборки узлов; 10 – стрела для сварочного оборудования; 11 – полукрановый кран

2.5. Изготовление полотниц секций

Полотнища являются достаточно распространенным типом узлов корпусных конструкций: плоская часть наружной обшивки днища, плоские наружные и внутренние борта, второе дно, плоские переборки, плоская часть палубы и др.

В практике судостроения полотнища принято классифицировать по направлению сварных соединений:

- полотнища с пазами – продольными сварными соединениями (рис. 2.19,а);

- полотнища с пазами и стыком – с продольными и поперечными соединениями (рис. 2.19,б).

Полотнище выделяется в самостоятельный узел в случае предельной стрелки прогиба равной $1/50$ меньшего размера секции в плане. При больших стрелках прогиба полотнища собирают в сборочно-сварочных постелях, в которых изготавливают соответствующие секции.

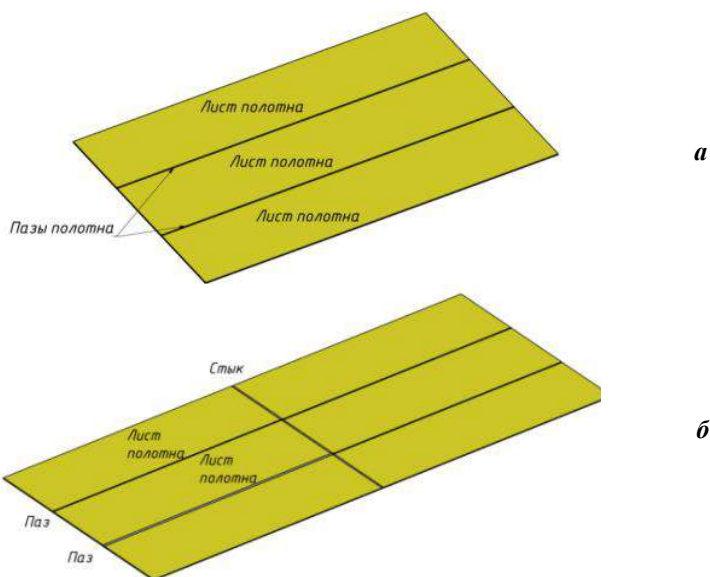


Рис. 2.19. Полотнища с двумя пазами (а)
и пазами и стыком (б)

Полотнища можно изготавливать по двум организационно-технологическим вариантам: 1) сборка и сварка полотнища в виде отдельного самостоятельного узла, подаваемого в накопитель, а затем поступающего на участок сборки секций; 2) сборка и сварка полотнищ на первых позициях механизированной поточной линии изготовления плоскостных секций;

после сварки полотнище подается на следующие позиции для установки и приварки элементов набора и насыщения.

Рассмотрим первый вариант изготовления полотнищ, поскольку второй подробно рассмотрен в главе 3, §3.2. По первому варианту сборка и сварка полотнищ осуществляется на специальном участке сборочно-сварочного цеха, оборудованном плоскими металлическими стендами различной конструкции. Сварка листов – наиболее трудоемкая и ответственная технологическая операция при изготовлении полотнищ, поэтому много внимания уделяется совершенствованию сварки и, в первую очередь, – ее механизации. К настоящему времени создано и освоено промышленностью несколько способов сварки соединения листов полотнищ.

Распространенным является способ, при котором сварка собранного на электроприхватках на металлическом стенде полотнища осуществляется "на весу" (рис. 2.20,з). В этом случае производят автоматическую сварку под слоем флюса с одной стороны полотнища, а затем после его кантовки и строжки корня шва подваривают обратную сторону шва. При сварке "на весу" требуется тщательно подгонять стыкуемые соединения и применять ограниченные режимы сварки во избежание прожогов. В то же время при таком способе сварки легко обеспечить качественный шов по всей его длине благодаря хорошему формированию его обратной стороны после кантовки.

Более предпочтительным следует считать способ, в котором предусматривается автоматическая сварка полотнищ на специализированном стенде с желобами, заполненными флюсом, т. е. на флюсовой подушке (рис. 2.20,б). Такая подушка, предохраняющая от протекания жидкого металла шва, позволяет собирать конструкцию с увеличенным зазором в стыковом соединении. Технология сварки при повышенных допусках на сварочный зазор значительно облегчает сборку

полотнищ, исключает в большинстве случаев подрезку или прирубку кромок и позволяет применять достаточно высокие режимы сварки.

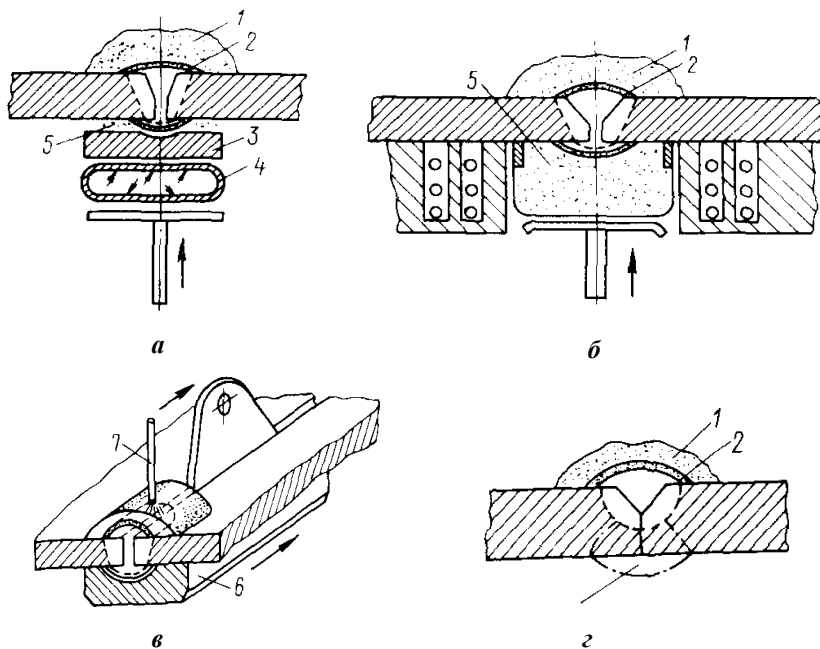


Рис. 2.20. Схема способов сварки стыковых соединений полотнищ:

а – на флюсомедной подкладке; *б* – на флюсовой подушке;
в – на скользящем медном ползуне; *г* – "на весу"; 1 – верхний слой флюса; 2 – шлаковая корка; 3 – медная подкладка; 4 – воздушный шланг для поджатия; 5 – нижний слой флюса;
б – скользящий медный ползун; 7 – электрод

На отечественных заводах широкое распространение получила односторонняя сварка с двусторонним формированием шва стыковых соединений листов толщиной до 32 мм (рис. 2.20, *б*). Указанный способ по сравнению с двусторонней

сваркой имеет ряд существенных преимуществ: отпадает необходимость в кантовке и вырубке корня шва на крупногабаритных полотнищах, сваренных с одной стороны; становится возможным изготавливать полотнища в цехах с небольшой высотой до подкрановых путей, а также более рационально использовать производственную площадь, так как отпадает необходимость в кантовочной площадке; повышается производительность труда, поскольку уменьшается основное (машинное) время на сварку швов и обработку корня шва. Для практической реализации данного способа создан специальный сварочный стенд, состоящий из балок с электромагнитными прижимами, оснащенных флюсомедной подкладкой с прижимным устройством (рис. 2.20,*а*). Полотнища на стендах рассматриваемой конструкции сваривают трехдуговым сварочным автоматом, установленным на портале. Сварку можно производить одной, двумя или тремя дугами в зависимости от толщины свариваемых листов.

На судостроительных заводах применяется также односторонняя сварка на скользящем медном ползуне (рис. 2.20,*б*). В этом случае полотнища собирают на обычном сборочном стенде. Листы скрепляют друг с другом гребенками (рис. 2.21,*а*), которые удаляют по мере выполнения процесса сварки. Сварку производят автоматом.

Вследствие большой площади и относительно малой жесткости полотнища имеют тенденцию к образованию бухтин в результате усадки продольных и поперечных швов. Предупредить возникновение этих деформаций на полотнищах толщиной до 12...14 мм можно прижатием их к стенду мощными балками, которые располагают по обеим сторонам свариваемого соединения. В этом случае головка сварочного автомата проходит между балками.

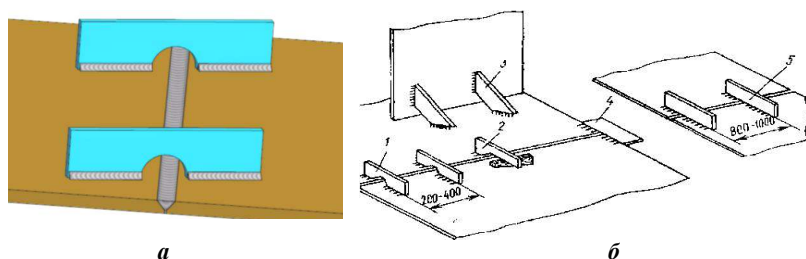


Рис. 2.21. Общий вид гребенок (*а*) и их виды (*б*):

1 – соединительная; 2 – выравнивающая кромки листов;
3 – угловая; 4 – выводная; 5 – комбинированная

Для устранения угловых деформаций ("домиков") при использовании электромагнитного стенда с флюсомедной подкладкой последнюю располагают на массивной балке. Балку можно поджимать снизу под свариваемый стык, выдвигая ее несколько выше уровня стенда. Когда электромагниты, встроенные в стенд, притягивают листы к его поверхности, в районе стыка возникает поперечный изгиб, который компенсирует сварочную деформацию.

Листы полотнища должны быть обработаны в заданный размер. Припуски оставляют только на кромках листов, образующих контур полотнища. Стыкуемые кромки листов зачищают (см. рис. 2.1) до металлического блеска с помощью шлифовальной машинки. Сборку полотнищ начинают с подгонки листов среднего пояса. При этом за базы принимают линии, проходящие по середине листов среднего пояса, или одну из прямолинейных кромок полотнища. Окончив сборку среднего пояса, на сборочной площадке (стенде) раскладывают в соответствии с чертежом все остальные листы полотнища. Выравнивают в одну линию стыки и пазы полотнища, проверяют их прямолинейность натянутой ниткой.

Уступы или неровности по линии пазов удаляют с помощью кислородной резки или пневматической рубки. Разложенные листы проверяют на соблюдение необходимых зазоров по стыкам. Правильность разделки кромок под сварку (если она выполнена) проверяют шаблонами, а совпадение плоскостей стыкуемых листов – линейкой. После этого закрепляют стыки и пазы электроприхватками или на гребенках.

В местах начала и окончания шва приваривают выводные планки толщиной, равной толщине листов свариваемого полотнища. Собранные полотнища под сварку сдают ОТК.

Принятые ОТК полотнища сваривают. Сначала сваривают стыки, а затем пазы. Сварку по пазам выполняют напроход одним или одновременно двумя автоматами. Для уменьшения деформаций при сварке полотнищ вдоль свариваемых кромок раскладывают грузы. После окончания сварки с лицевой стороны грузы снимают, удаляют электроприхватки по контуру полотнища и кантуют его. Затем выполняют зачистку и подварку стыков и пазов. Окончательно заваренное полотнище зачищают от электроприхваток, брызг и сборочных приспособлений и, если это необходимо, правят. Готовое полотнище маркируют и передают на секционную сборку или промежуточный склад.

2.6. Изготовление мелких фундаментов

Существует большое число конструкций и типов фундаментов под различные механизмы, устройства и др. Фундаменты проектируются для конкретного механизма или оборудования, рассчитываются на прочность, изготавливаются обычно отдельно и устанавливаются в секции как элемент насыщения.

Функционально фундаменты состоят из балок, книц, бракет, опорных полок и платиков – обработанных площадок

для установки механизмов. Главные и подкрепляющие связи фундаментов, по возможности, совмещают с основными связями корпусной конструкции, на которую он устанавливается. Для уменьшения сварочных деформаций конструкции фундаментов выполняются по возможности симметричными. В элементах конструкции фундаментов при необходимости предусматривают вырезы, а при большой высоте – лазы для доступа к любому месту опорной поверхности.

К таким конструкциям предъявляются повышенные требования в отношении плоскостности или заданного обвода опорных поверхностей в пределах установленных допусков и качества сварных швов, в частности, должны отсутствовать технологические надрезы – непровары в концах швов, кратеры и др.

На рис. 2.22 приведен пример фундамента под судовую бойлер, устанавливаемого непосредственно на судовой днищевой набор.

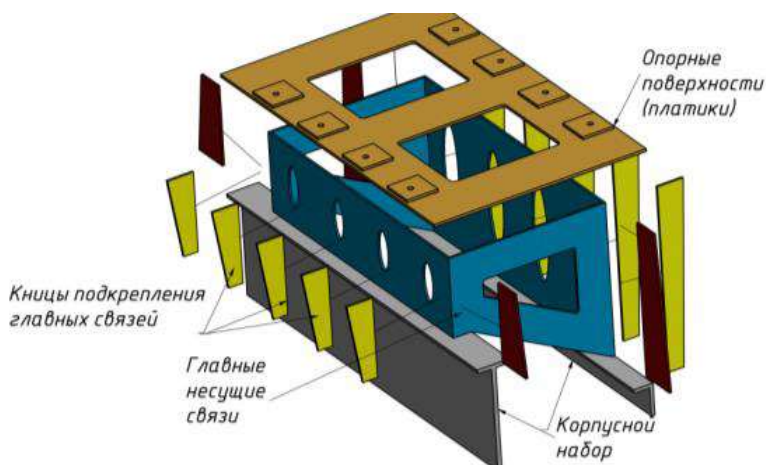


Рис. 2.22. Фундамент под судовую бойлер

Большинство фундаментов обычно собирают в положении опорными планками вниз, чтобы обеспечить наиболее удобную сборку и совмещение опорных планок фундаментов в одной плоскости. На многих заводах фундаменты изготавливают на плоских металлических стендах (иногда плитах). Там же производят и сварку.

Сначала пробивают оси фундамента или устанавливаемого на нем механизма. Ориентируясь по пробитым осям, раскладывают опорные планки и, закрепляя их к плите электроприхватками, намечают места примыкания стенок фундамента. После этого устанавливают стенки фундамента, кницы, ребра жесткости и скрепляют собранные детали прижимными устройствами и электроприхватками.

В процессе сборки фундаментов применяют универсальные сборочные приспособления. Они состоят из стальной опорной плиты с поперечными пазами, в которых крепятся различные опорные, фиксирующие и зажимные приспособления. С помощью этих приспособлений детали фундамента устанавливают под электроприхватку в строго определенном положении.

После окончания сварки и остывания сварных швов его освобождают от закрепления, кантуют опорными планками вверх и проверяют размеры по чертежам и шаблонам с плаза. При необходимости фундамент правят и на верхней плоскости его опорной поверхности наносят и накернивают линии осей и контрольных шпангоутов.

2.7. Типовые технологические процессы изготовления узлов

При разработке процессов изготовления узлов все технологические операции необходимо писать в повелительном наклонении. Шифры технологических операций, приведенные

в таблицах, не являются стандартными и используются только в учебных целях.

Содержание работ, их шифры и основная последовательность технологических операций при изготовлении типовых узлов конструкций корпуса судна приведены в табл. 2.2–2.3.

Таблица 2.2. Шифры и содержание работ, выполняемых при изготовлении типовых узлов

Шифр	Наименование и содержание работ
1	2
1	Подготовка кондуктора: настроить кондуктор согласно данным с ЭВМ, проверить соответствие требованиям стандарта, сдать
2	Подготовка стенда: удалить временные крепления на стенде, зачистить места их приварки, проверить стенд на горизонтальность и прямолинейность согласно ОСТ 5.9324–79 (указать допускаемые отклонения проверяемых параметров)
3	Подача краном детали узла на станок, линию или стенд
4	Сборка и сварка тавровой балки на станке
5	Сборка пояска и стенки тавровой балки с разметкой пояска, закрепить электроприхватками
6	Пробивка контрольной линии на стенке криволинейной балки
7	Сдача конструкции под сварку: – проверить чистоту кромок. В случае их загрязнения очистить; – проверить правильность подготовки кромок под сварку; – проверить правильность сборки согласно чертежам и плазовым данным
8	Приварка пояска к стенке автоматом или полуавтоматом с одной стороны
9	Приварка пояска автоматом или полуавтоматом с другой стороны
10	Приварка пояска автоматом или полуавтоматом с двух сторон
11	Контроль сварных швов: осуществить контроль сварных швов в соответствии с ОСТ 5.1093–78; исправить дефекты сварных швов в соответствии с ОСТ 5.1078–76

Продолж. табл. 2.2

1	2
12	Установка ребер жесткости на лист или полотно: – подать краем ребра жесткости на лист или полотно, разложить их согласно чертежам вдоль линии разметки; – установить ребра жесткости по разметке под малку или угольник, обжать к листу или полотну (указать конкретно применяемую оснастку) и закрепить электроприхватками (указать параметры электроприхваток). <i>Примечание:</i> если прямолинейный набор по длине состоит из нескольких частей, его следует состыковать перед подачей на сборку в следующем порядке: подать краем детали ребер жесткости на стел, разложить их согласно чертежу, состыковать, сдать под сварку; заварить стыки с двух сторон; проверить сваренные ребра жесткости по нитке, при необходимости выправить; проверить качество сварки
13	Сборка полотна или полуполотна по пазам: подать краем листы на стел, разложить их согласно чертежам, состыковать между собой на электроприхватках (указать параметры электроприхваток)
14	Прижатие полотна к стелу балками: прижать полотно к стелу балками по обеим сторонам пазов
15	Прижатие полотна к стелу грузами: прижать полотно грузами к стелу по обеим сторонам пазов или стыков
16	Закрепление полотна к стелу по контуру: прикрепить полотно к стелу по контуру электроприхватками (указать параметры электроприхваток) при толщине листов до 8 мм или на эластичных креплениях при толщине листов более 8 мм
17	Установка выводных планок: установить и приварить по концам стыковых швов, подлежащих сварке автоматом или полуавтоматом под флюсом, выводные планки размером 100×100 мм, толщиной, одинаковой со свариваемыми конструкциями; при наличии технологического припуска не менее 50 мм установку планок можно не производить
18	Сварка пазов или стыков полотна: заваривать пазы или стыки автоматом под флюсом
19	Соединение полуполотн по стыку: состыковать полотно между собой на электроприхватках (указать параметры электроприхваток)

Продолж. табл. 2.2

1	2
20	Сборка полотнищ по пазам и стыку: подать краном листы на стенд, разложить их согласно чертежам, состыковать между собой по пазам и стыкам на электроприхватках (указать параметры электроприхваток)
21	Односторонняя сварка пазов автоматом под флюсом без разделки корня шва после кантования
22	Укладка листа или полотнища на стенд: подать краном лист или полотнище, уложить на стенд, обжечь и закрепить, закрепление к стенду производить только по контуру полотнищ электроприхватками (указать параметры электроприхваток) при толщине листов до 8 мм или на эластичных креплениях при толщине листов более 8 мм
23	Разметка листа или полотнища: произвести разметку листа или полотнища. Линии разметки проверить и накернить
24	Приварка набора к листу или полотнищу: приварить набор автоматом или полуавтоматом с двух сторон симметрично продольной оси полотнища. В местах, недоступных для автоматической сварки, применять полуавтоматическую сварку
25	Сварка набора: сварить набор между собой и с листом или полотнищем ячейковым способом с общим направлением сварки от середины узла к его краям, выполняя сначала сварку набора между собой, затем приварить его к листу или полотнищу
26	Сборка и сварка полотнища с растяжением: – подать листовую деталь листоукладчиком на подающий рольганг сборочно-сварочного агрегата; – провести ориентацию кромки листа по упорам; – подвести и заклинить захваты растягивающего устройства; – растянуть кромку листовой детали; – установить выводные планки толщиной, равной толщине детали; – проверить качество сборки соединения; – прижать кромки стыка сборочно-прижимными устройствами; – выполнить одностороннюю автоматическую сварку под слоем флюса с обратным формированием шва; – снять усилие растяжения и освободить листы от захватов; – переместить полотнище на ширину листа; – аналогично осуществить сборку и сварку последующих листов полотнища

Продолж. табл. 2.2

1	2
27	Сборка полотнище на линии ЭСАБ: – подать листы листоукладчиком на магнитную балку; – сориентировать листы с осью магнитной балки; – выровнять магнитами кромки по толщине; – закрепить листы на электроприхватках (указать параметры электроприхваток); – переместить полотнище на ширину листа; – аналогично состыковать остальные листы полотнища.
28	Сварка полотнища на линии ЭСАБ: – подать собранное полотнище на позицию сварки, совместив первый паз с флюсовой балкой; – прижать полотнище к флюсовому ручью электромагнитами балки; – сварить паз с помощью сварочного портала; – освободить полотнище от закрепления; – переместить полотнище на ширину листа; – аналогично сварить остальные пазы полотнища; – переместить полотнище на следующую позицию линии
29	Кантование полотнища кантующим устройством линии ЭСАБ
30	Разворот полотнища на 90° поворотным устройством линии ЭСАБ
31	Освободить узел от закрепления к оснастке
32	Контуровка: проверить габаритные размеры узла (указать допускаемые отклонения); удалить припуски по кромкам узла газовой резкой, разделить, если требуется, кромки под сварку, зачистить кромки
33	Снятие узла с оснастки: снять узел краном, подать на сборочный стенд или площадку для сдачи и доделки, установить узел на опоры
34	Кантование: кантовать узел в соответствии со схемой кантования и транспортирования
35	Подварка швов: подготовить сварные швы для подварки; подварить сварные швы в последовательности, аналогичной сварке основного шва
36	Замеры узла согласно ОСТ 5.9324–79
37	Сдача узла на комплектность и качество
38	Маркирование: выполнить маркирование узла с лицевой и внутренней сторон белой краской.

Таблица 2.3. Последовательность выполнения работ в типовых технологических процессах изготовления узлов

Характеристики типового узла	Оснащение	Последовательность выполнения работ
1	2	3
Криволинейные тавровые балки с максимальной стрелкой прогиба 900 мм. Прямолинейные тавровые балки длиной больше 2000 мм с высотой стенки до 1000 мм	Агрегат СКТ	3, (6), 4, 33, 36, 37, 38
Прямолинейные балки длиной более 1500 мм с постоянной высотой стенки до 700 мм	Линия МИБ-700	3, 4, 33, 36, 37, 38
Балки любого размера и формы	Универсальный кондуктор с фиксаторами и прижимными устройствами	1, 3, (6), 5, 7, 8, 31, 34, 9, 11, 33, 36, 37, 38
Балки любого размера и формы	Стенд	2, 3, (6), 5, 7, 10, 11, 36, 37, 38
Стенка, подкрепленная ребрами жесткости продольного направления		2, 3, 22*, 23, 12, 7, 24, 31, 11, 36, 37, 38
Стенка, подкрепленная ребрами жесткости поперечного направления		2, 3, 22*, 23, 12, 7, 24, 31, 11, 36, 37, 38
Стенка, подкрепленная ребрами жесткости в двух направлениях		2, 3, 22, 23, 12, 7, 25, 31, 11, 36, 37, 38
Полотнище с пазами		2, 3, 22, 23, 12, 7, 25, 31, 11, 36, 37, 38
	Стенд с флюсовыми ручьями	2, 13, 14 (или 15), 17, 7, 18, 31, 11, 32, 36, 37, 38
	Стенд без флюсовых ручьев	2, 13, 14 (или 15), 17, 7, 18, 31, 34, 15 (или 16), 35, 31, 11, 32, 36, 37, 38
	Стенд с флюсо-медной подкладкой	2, 13, 14 (или 15), 17, 7, 18, 31, 33, 11, 32, 36, 37, 38

Продолж. табл. 2.2

1	2	3
Полотнище с пазами	Механизированная линия методом наращивания с растяжением	26, 11, 33, 36, 37, 38
	Механизированная линия типа ЭСАБ	27, 17, 7, 28, 29, 35, 11, 36, 37, 38
Полотнище с пазами и стыком	Стенд с флюсовыми ручьями	2, 13, 14 (или 15), 17, 7, 18, 31, 33, 13, 14 (или 15), 17, 7, 18, 31, 19, 16, 7, 18, 31, 11, 32, 36, 37, 38
	Стенд без флюсовых ручьев	2, 20, 15, 16, 17, 7, 18, 31, 34, 15, 16, 35, 31, 11, 32, 36, 37, 38
	Стенд с флюсо-медной подкладкой	2, 13**, 14 (или 15), 17, 7, 18, 31, 30, 16, 7, 18, 31, 11, 32, 36, 37, 38
	Механизированная линия типа ЭСАБ	27**, 17, 7, 28, 30, 28, 29, 35, 11, 36, 37, 38

Примечание:

* – при закреплении стенки к стенду ей необходимо придать обратный изгиб для компенсации сварных деформаций; изгиб полотнища создается путем установки подкладок; закрепление полотнища по контуру производится грузами или гребенками;

** – листы, поступающие на сборку, должны быть предварительно соединены по коротким кромкам.



ГЛАВА 3

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ КОРПУСА СУДНА

3.1. Общие положения

3.1.1. Основные документы для выполнения работ

Основным технологическим документом на изготовление секций является технологический процесс (ТП), разрабатываемый на основе технического задания (ТЗ) на проектирование рабочего чертежа конструкции с техническими условиями, программы выпуска, технологического оборудования и оснастки, применяемых на предприятии – строителе судов.

Проектирование ТП состоит из следующих уровней:

- разработка принципиальной схемы процесса;
- технологический маршрут;
- технологические операции.

Степень детализации технологических процессов зависит от серийности выпуска продукции, специализации исполнителей, системы оплаты труда, полноты охвата руководящими материалами по технологии и нормированию труда, системы организации бригад и совмещения профессий.

При индивидуальной постройке судов проектирование ТП, как правило, осуществляют в виде принципиальных технологических указаний в чертежах и описания операций

в технолого-нормировочных картах (ТНК). Развернутый ТП разрабатывается только на новые работы, впервые осваиваемые предприятием. При серийной постройке разрабатываются типовые технологические процессы, а для нормирования и планирования работ выпускаются ТНК. Типовые ТП предусматривают изготовление корпусных конструкций близких по размерам и форме на одинаковом оборудовании с применением одной и той же оснастки и инструмента.

Технологические процессы должны содержать:

- общее описание изготавливаемой конструкции и перечень необходимых для ее изготовления документов (чертежей, схем и др.);
- перечень и характеристику составляющих конструкцию элементов с указанием их количества, размеров, массы, материала;
- указания по каждому элементу конструкции: последовательности операций для его изготовления, необходимых для этого приспособлений и инструмента, требований к точности;
- технические условия для систематической проверки качества выполняемых работ.

Во всех случаях технологические процессы должны быть простыми и удобными в работе, исключать возможность произвольного толкования тех или иных положений, учитывать технические средства и производственные возможности цехов-исполнителей, обеспечивать требуемое количество выпускаемой продукции.

3.1.2. Требования к деталям, узлам, подсекциям и секциям, поступающим на сборку

Детали должны поступать комплектно обработанными согласно маршрутно-технологическим картам (МТК) на обработку. Размеры и форма деталей должны соответствовать чертежам и плазовым данным.

Листовые детали из корпусообрабатывающего цеха в сборочно-сварочный цех поступают, как правило, стороной установки набора вверх. Исключением могут быть детали с лаской, фаской, гнутые детали, детали из гофрированных листов.

При необходимости перед сборкой листы кантуют в сборочно-сварочном цехе. Гладкие и рифлёные листы, поступающие на линию ЭСАБ, перед сборкой кантуют стороной установки набора вниз.

Обработанные детали должны быть тщательно выправлены на плоскость, а профильные – дополнительно на ребро.

На деталях должна быть нанесена основная маркировка: № проекта, № заказа, № секции, № чертежа, № детали. Дополнительная маркировка должна включать ориентирные надписи: верх, низ, правый борт (ПБ), левый борт (ЛБ), ДП, номера шпангоутов, а вспомогательная – технологические указания по выполнению фасок, скосов, гибки, величине припуска. Маркировка должна наноситься несмываемой краской.

Разделка кромок и зазоры под сварку должны соответствовать требованиям чертежей и нормативных документов на ручную, полуавтоматическую в защитных газах, автоматическую под слоем флюса сварки соответственно.

Кромки деталей и прилегающие к ним поверхности, подлежащие сварке, а также места приварки временных креплений и сборочных приспособлений должны быть зачищены непосредственно перед сборкой от влаги, краски, масла, ржавчины и окалины до чистого металла пневматическими или электрическими машинками, снабженными щеткой или абразивным кругом (см. главу 2, §2.1).

При изготовлении секции на линии ЭСАБ необходимо выполнить разметку установки всего продольного и поперечного набора в т.ч. высокого (стрингеров и флоров)

с последующей зачисткой мест установки набора до металлического блеска и восстановлением разметки набивкой металлических линий.

Допускается не выполнять зачистку кромок и поверхностей под сварку при отсутствии на них загрязнений, при наличии на них межсекционной грунтовки, имеющих допуск классификационных обществ на сварку без удаления грунта.

Закрепление деталей при сборке секций должно выполняться с помощью электроприхваток нормального типа без подрезов, прожогов, кратеров и наплывов. Электроприхватки должны выполняться сварочными материалами тех категорий, которые требуются для сварки конструкции. Параметры электроприхваток приведены в главе 1, §1.3, табл. 1.1.

При установке деталей для уменьшения поперечных напряжений и местных деформаций от сварки стыковых соединений рекомендуется следующий порядок выполнения электроприхваток:

- для полотнищ $S \geq 8$ мм вначале выполняются электроприхватки по концам сварных соединений, а затем от середины к концам при автоматической сварке и от концов к середине при ручной сварке;
- для тонколистовых полотнищ с $S < 8$ мм электроприхватки выполняются от середины полотнища к его концам;
- при сборке тавровых соединений электроприхватки выполняются от середины соединения к его концам;
- зачистку кромок на деталях выполняют со стороны сварки.

Электроприхватки должны зачищаться от шлака, металлических брызг и проверяться внешним осмотром. Некачественно выполненные электроприхватки, а также с трещинами подлежат удалению. По концам стыкуемых деталей или конструкций следует выполнять 2–3 усиленные электроприхватки длиной 50...70 мм с расстоянием между ними 50...150 мм.

После укладки листов перед их стыковкой должна быть произведена проверка габарита полотна по оконтуровочным рабочим эскизам. Разметка сетки под установку продольного и поперечного набора должна производиться по чертежам или контуровочным рабочим эскизам.

Установка набора на плоскостные конструкции должна производиться по угольнику, если набор установлен перпендикулярно поверхности полотнища, или по малке, если набор установлен под углом к поверхности полотнища. При установке набора в секции, где имеется погибь в направлении поперек набора, должен применяться малочник, устанавливаемый по данным контуровочного рабочего эскиза.

После полной сборки и сварки секции до сдачи ее на комплектность и качество необходимо выполнить низкотемпературный прогрев мест соединения набора с листом с гладкой стороны для снятия сварочных напряжений и устранения деформации листов.

При сборке плоскостных секций с перекрестным набором следует применять отдельный способ сборки: сначала устанавливать набор главного направления и приваривать его к полотнищу автоматической сваркой под флюсом, затем устанавливать набор поперечного направления, сваривать его с установленным набором, а потом приваривать к полотнищу полуавтоматической сваркой в среде защитных газов.

Пневматическую рубку допускается применять в исключительных случаях при удалении припусков шириной до 5 мм, а также при удалении электроприхваток и временных креплений, подгонке деталей и подрубке корня шва, если указанные работы невозможно выполнить в соответствии с требованиями техники безопасности тепловой резкой или строжкой.

В случае наличия неразрезных стрингеров и шельфов в плоскостных секциях, собираемых на стендах или в постелях,

и имеющих вырезы для прохода набора в непроницаемой конструкции необходимо установить шпангоуты, закрепить их с одного конца электроприхватками, поднять свободные концы шпангоутов на высоту позволяющую завести стрингеры или шельфы, а затем завести их протаскиванием.

При сборке секций на высоких стендах без настила, позволяющих работать под секцией, для удобства установки набора разрешается после обжатия полотнища грузами закреплять листы полотнища к стенду по всей поверхности электроприхватками с помощью прижимных планок.

Продольный и поперечный набор, пересекающий монтажный стык или паз, должен недовариваться в районе монтажных стыков и пазов на длине 200...400 мм. Приварка этих участков набора должна выполняться на стапеле. Недоваренный участок набора не должен переходить за ближайшую перекрёстную связь от монтажного стыка.

Поперечный набор со стороны монтажного паза в палубных, бортовых, днищевых и других объёмных секциях корпуса судна и надстройки не заваривают на секционном участке, а оставляют на электроприхватках. Сварку выполняют на стапеле после сварки монтажного паза. Аналогично — по продольному набору на расстоянии до 300 мм от монтажного стыка.

При изготовлении секций кромки вырезов должны быть зачищены от дефектов типа грата, царапин, заусенцев, наплывов металла. При сборке узлов, подсекций, секций все острые свободные кромки необходимо скруглить $R \geq 1,5$ мм под окраску. В труднодоступных местах для скругления использовать борфрезы или способ оплавления острой кромки резакон или газовой горелкой.

Сварные швы секций, кроме подлежащих в дальнейшем абразивно-струйной очистке, подгрунтовывают ремонтной

грунтовкой с толщиной покрытия 40...60 мкм. Эту операцию выполняют после окончания сборочно-сварочных работ до сдачи секции на комплектность и качество.

На окончательно собранных секциях должна быть нанесена белой краской следующая маркировка: № заказа, № проекта, № чертежа, № секции, осевые и базовые линии, ориентирные надписи (ДП, верх, нос, корма, ПБ, ЛБ и др.), вес. Маркировку выполняют на видном месте с носовой стороны секции ближе к ДП и ОЛ.

Маркировка должна располагаться не ближе 200 мм от монтажного стыка или паза и ориентирована так, чтобы ее можно было прочесть при нормальном положении секции. На вертикальных плоскостях низ маркировки должен быть направлен к ОЛ, на горизонтальных – к носу, за исключением секций, примыкающих к форштевню, на которых низ маркировки должен быть направлен в корму.

В секции должны быть установлены детали россыпи согласно требованиям чертежа и технологического процесса. При изготовлении секции в сборочно-сварочном цехе детали россыпи закрепляются в районе штатного места их установки таким образом, чтобы они не мешали транспортировке и стыковке секций на стапеле. Закрепление деталей и узлов россыпи должно производиться с помощью электроприхваток длиной 30 мм, шагом 100 мм или полосками из металла шириной 30 мм и толщиной более 3 мм, при этом количество электроприхваток на корпусных конструкциях должно быть сведено к минимуму. Приварка деталей к кромкам поясков и полособульбам балок набора не допускается.

Контролю со стороны ОТК (отдел технического контроля) подлежат операции согласно перечню приёмов, утвержденному генеральным директором завода. В случае обнаружения отступлений от чертежа, технологии или плазовых данных

претензии к исполнителю могут быть предъявлены на любом этапе изготовления конструкций, независимо от того, принималась она ОТК или нет.

На корпусных конструкциях должны быть нанесены и накернены 3–5 точками контрольные линии, перечисленные в табл. 3.1. Кернение выполняют по концам и середине секции и отмечают краской. Контрольные линии наносят в виде коротких пересекающихся рисок (+) в местах пересечения контрольных плоскостей (например: шпангоута и ватерлинии). Контрольные линии, наносимые для разметки мест соединения смежных конструкций, выполняют с наружной стороны и по всей длине конструкции.

Таблица 3.1. Контрольные линии и плоскости

	Тип секции	Теоретическая линия шпангоута	Линия ДП	Контрольная линия батокса	Горизонтальная контрольная линия (ватерлиния)	Теоретическая линия притыкания палубы или платформы	Теоретическая линия притыкания переборки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Днищевая средняя*	+++	+		+		+
2	Днищевая скуловая	+++		+	+		+
3	Бортовая	+++		+++	+	+	+
4	Поперечная переборка (средняя)		+		+	+	+
5	Поперечная переборка (боковая)			+	+	+	+
6	Продольная переборка	+++			+	+	+

Продолж. табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8
7	Палуба или платформа (средняя)	+**	+				+
8	Палуба или платформа (боковая)	+**		+			
9	Секция носовой или кормовой оконечности	+	+		+		
10	Секция	+****	+		+		

Примечание:

– знаком "+" отмечена необходимость нанесения соответствующей линии;
– на переборках и выгородках контрольные линии должны наноситься с двух сторон;

– в отдельных случаях, если набор секций мешает нанесению контрольной линии, допускается нанести ее на расстоянии 100...200 мм от соответствующей теоретической линии;

* – в том числе для средней днищевой секции, если днище по ширине разбито на три подсекции;

** – на закладной секции – теоретические линии среднего и крайних шпангоутов, на остальных – теоретические линии крайних шпангоутов;

*** – на палубном стрингере, если он имеется;

**** – средний и крайний шпангоуты.

3.1.3. Требования к применяемой оснастке

Секции, по возможности, следует изготавливать на механизированных линиях и участках, при их отсутствии – на специализированных участках, предназначенных для определенной группы секций.

Сборка секций должна производиться на ровном и жестком стенде или в постели. На плоском стенде собирают все плоскостные секции с незначительной кривизной в одном направлении (при этом использует съёмные лекала, выдвижные

кокс), а также объёмные секции оконечностей, сборку которых выполняют на плоской части конструкции секции (переборке, платформе, брештуке, П дне, переборке).

Стенды для сборки секций должны быть проверены на прямолинейность рабочей плоскости. Плоскостность на базе до 3 мм проверяют с помощью шергена или нитки, на базе более 3 мм – шлангового уровня или теодолита. Перед началом сборки поверхность стенда должна быть зачищена от электроприхваток и временных приспособлений, приваренных к стенду.

Для сборки и сварки криволинейных секций при отсутствии плоской сборочной базы применяют стоечные, лекальные или универсальные постели. Их изготовление и приемку в эксплуатацию выполняют согласно рабочим чертежам, нормативной документации с оформлением соответствующего акта.

На постелях, стендах и кондукторах должны быть нанесены контрольные линии для проверки оснастки в процессе её эксплуатации, а также контурные и контрольные линии установки и проверки изготавливаемых конструкций.

Проверку лекал (стоек) постели на выявление деформаций необходимо выполнять по плазовым данным с предъявлением ОТК при их настройке перед закладкой секции. В случае выявления деформаций и необходимости усиления жесткости постели требуется решение технического отдела (ТО) завода-строителя судна.

В случае, если постель не соответствует указанным допускам и установка ее в горизонт невозможна с помощью подклинки основания, дополнительную подрезку лекал постели производить только с разрешения ТО с последующим предъявлением ОТК.

При сборке стоечной постели стойки необходимо устанавливать под каждым шпангоутом. При небольшой кривизне

секции расстояние между стойками не должно превышать 1000 мм, при значительной кривизне – 600...800 мм. При высоте стоек 500 мм их изготавливают из полосы или полособульба, при высоте 500...1000 мм – из уголка или швеллера, при высоте более 1000 мм их раскрепляют в двух плоскостях через ряд.

При сборке коксового стенда коксы необходимо устанавливать на каждом шпангоуте в шахматном порядке, расстояние между коксами при небольшом подъёме составляет 1000 мм, при значительном подъёме – 600...800 мм. При высоте 500 мм коксы изготавливают из полосы или полособульба, при высоте 500÷1000 мм – из уголка или швеллера, при высоте больше 1000 мм коксы устанавливают через ряд и раскрепляют в двух плоскостях.

3.1.4. Указания по раскреплению высокого набора и установке подсекций

При установке высокого продольного и поперечного набора, переборок применяют раскосы, талрепы, фиксаторы, направляющие планки-фиксаторы (рис. 3.1).

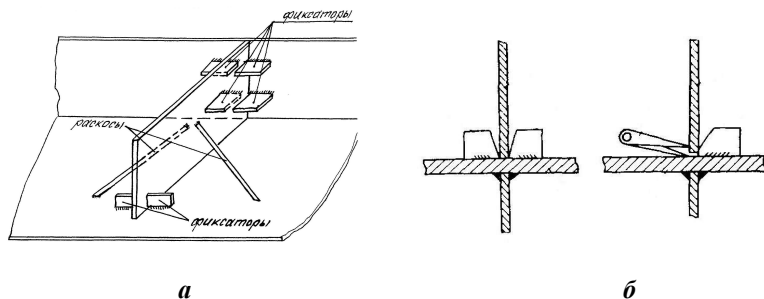


Рис. 3.1. Раскосы и фиксаторы (а),
направляющие планки-фиксаторы (б)

При сборке объёмных секций варианты раскрепления подсекций днища, бортов, переборок и выгородок представлены на рис. 3.2.

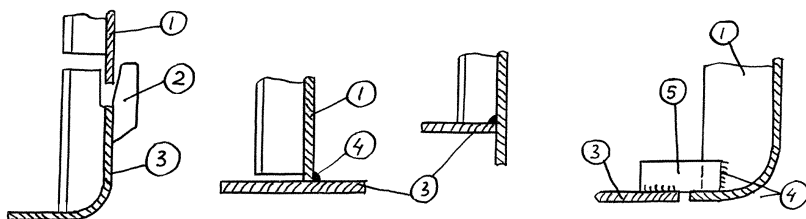


Рис. 3.2. Раскрепление подсекций:

- 1 – устанавливаемая подсекция (конструкция);
2 – фиксатор; 3 – собираемая объемная конструкция;
4 – электроприхватки; 5 – гребёнка

3.1.5. Рекомендуемая последовательность выполнения работ при сборке полуобъёмных и объёмных конструкций

При изготовлении полуобъёмных и объёмных секций рекомендуется соблюдать определенную последовательность работ:

- подсекции устанавливают нижней кромкой к собираемой конструкции с помощью фиксаторов и закрепляют гребёнками или электроприхватками. Крепления ставят через каждые 3 м в количестве не менее 3 шт., длина электроприхваток – 50 мм, катет шва – 5 мм;
- верхнюю кромку подсекции закрепляют гребенками или электроприхватками к собираемой конструкции. При отсутствии по верхней кромке элементов собираемой конструкции крепление выполняют раскосами и упорами.

Крепления устанавливают по концам и в средней части подсекции. Длина электроприхваток, упоров, раскосов

принимается из расчета, что общая грузоподъемность всех креплений должна быть равна весу подсекции. При этом 1 см² сварного шва по удерживаемым усилиям приравнивается к 2 т. Например: электроприхватка длиной $L = 50$ мм с катетом 5 мм может удержать 5 т. Место крепления упоров, раскосов от верхней кромки подсекции должно быть не ниже $0,25H$ (H – высота подсекции), угол их установки от 30 до 60° от вертикали.

3.1.6. Установка и снятие временных креплений

Для создания усилия при смещении в нужном направлении или стягивания сопрягаемых деталей (конструкций) во время выполнения сборочных работ применяют различные ручные приспособления (см. главу 1, §1.4, рис. 1.13), а закрепление деталей при сборке под сварку выполняют с помощью электроприхваток (жесткое закрепление) или эластичных креплений (гребенки, скобы, талрепы, струбцины).

На окончательно собранных и заваренных секциях все свободные кромки шириной свыше 300 мм должны быть выправлены и раскреплены вдоль кромки рыбаками. Для предотвращения залама кромки необходимо установить раскосы через 800...1000 мм со стороны набора и смещением 30...50 мм.

В соответствии с типовыми технологическими процессами при изготовлении секции необходимо устанавливать строительные леса, трапы и ограждения для обеспечения безопасных условий работы, а также рыбаки и раскрепления для предотвращения деформаций секции при ее кантовке и транспортировке.

Приварка гребёнок и других временных креплений должна выполняться односторонним сварным швом с катетом равным 3 мм при толщине свариваемых деталей до 5 мм;

4 мм – при толщине свариваемых деталей 6...10 мм; 5 мм – при толщине свариваемых деталей 11...15 мм; 6 мм – при толщине свариваемых деталей более 15 мм.

Удаление приваренных гребёнок и других временных креплений выполняют газовой или воздушно-дуговой строжкой, также допускается их удаление путём разрушения электроприхваток изгибом на шов.

Обухи, устанавливаемые на полотнищах, подсекциях и секциях в процессе их изготовления и не используемые стапельным цехом, должны быть удалены. В сборочно-сварочном цехе устанавливают обухи для кантовки и установки секции в стапельном цехе. Установка обухов на бортовой обшивке с гладкой стороны запрещена.

После выполнения сборочно-сварочных работ выводные планки должны быть срезаны, а места их установки и электроприхватки зачищены.

Гребёнки являются эластичными креплениями, обеспечивают свободное укорочение сварных соединений в плоскости свариваемых листов и противодействуют развитию угловых деформаций. Гребёнки устанавливают при сборке параллельно друг другу и под углом 45° к оси сварного шва со стороны, обратной выполнению первого прохода с приваркой к обоим стыкуемым листам. Допускается установка гребёнок под углом 90° к оси сварного шва при условии применения скользящего соединения, когда один конец гребёнки приваривается, а другой раскрепляется с помощью клина.

Толщина гребёнок должна быть в пределах $0,5S < S_1 < S$, но не более 24 мм, где S – минимальная толщина стыкуемых листов, S_1 – толщина гребёнок, высота не менее 80 мм. Длина гребёнок для соединений с симметричным скосом кромок и без скоса кромок должна быть 350...450 мм. Для соединений с несимметричным скосом кромок, а также для монтажной

шпации длина гребёнок должна быть $L = a - 50$ мм (a – шпация), но не менее 350 мм.

Допускается установка гребёнок большей длины и под углом, отличающимся от 45° , если концы гребёнок опираются на рёбра жесткости. При изготовлении конструкций из листов $S \leq 8$ мм гребёнки допускается не устанавливать. Для гребёнок могут быть использованы отходы полособульбового профиля (несимметричного и симметричного).

Для сборки криволинейных стыковых соединений применяют гребёнки со стороны, повторяющей погибь конструкции. Гребёнки с помощью скобы и клина прижимают к обшивке и закрепляются электроприхватками. Для предупреждения заломов стыкуемых кромок вовнутрь им необходимо придать обратный выгиб, применяя гребенки на специальных сборочных планках.

3.1.7. Сдача секций

В случае, когда секцию изготавливают в сборочно-сварочном цехе, а затем передают в стапельный цех, вводится операция ее предъявления ОТК. Этой операцией проверяется комплектность и качество конструкции и отсутствие дефектов (вмятин, изломов, трещин и др.).

Сборочно-сварочный цех выполняет все работы по изготовлению секций по рабочим чертежам, в том числе по изменениям в чертежах и по служебным запискам ТО, выпущенным до сдачи секций на комплектность и качество.

Корпусодостроечные работы, выполняемые в положении секции "набором вверх" (установка насыщения, окраска и др.). выполняют в возможно короткий срок с последующей кантовкой секции в положение "набором вниз". Исключение составляют плоскостные секции, имеющие выступающий набор разной высоты или установленные фундаменты. Эти

секции необходимо складировать и передавать на стапель в положении "набором вверх", о чем должно быть указано в рабочей технологии.

Секции, сданные в сборочно-сварочном цехе на комплектность и качество, передают в стапельный цех в положении, не требующем дополнительной кантовки для их установки в блок (например, палубные секции подают "набором вниз"). Подсекции, собираемые на линии ЭСАБ, передают на последующую сборку в положении "набором вверх".

3.2. Изготовление плоскостных секций

Плоскостные секции изготавливают на плоских сборочных стендах (в основном металлических) с применением простейшего сборочного инструмента и приспособлений (см. главу 1, §1.4).

Наиболее просты в изготовлении плоскостные секции с набором одного направления. В этом случае после установки балок набора по заранее нанесенной на полотнище разметке мест установки их приваривают с помощью автоматов или полуавтоматов.

Более сложным является технологический процесс изготовления плоскостных секций с набором двух направлений, т.е. с пересекающимся набором. Существует несколько способов изготовления таких секций:

- **раздельный способ сборки и сварки набора**, когда сначала устанавливают и прижимают к полотнищу балки главного направления, приваривают их с помощью автоматов для угловой сварки, а затем устанавливают и приваривают полуавтоматом балки перекрестного набора;
- **совмещенный способ сборки и сварки набора**, когда сначала устанавливают рамный (перекрестный) набор, прижимают его к полотнищу и приваривают, а затем через

вырезы в нем протаскивают балки главного направления, прижимают к полотнищу, сваривают набор между собой, потом приваривают к полотнищу;

- каркасный способ, когда сначала собирают и сваривают между собой весь набор (балки главного направления и перекрестные связи), который затем устанавливают и приваривают к полотнищу ячейковым способом.

Сущность ячейкового способа сварки состоит в том, что сначала выполняют сварные швы в пределах одной ячейки, а затем переходят к следующей, постепенно удаляясь от середины секции к ее концам (рис. 3.3).

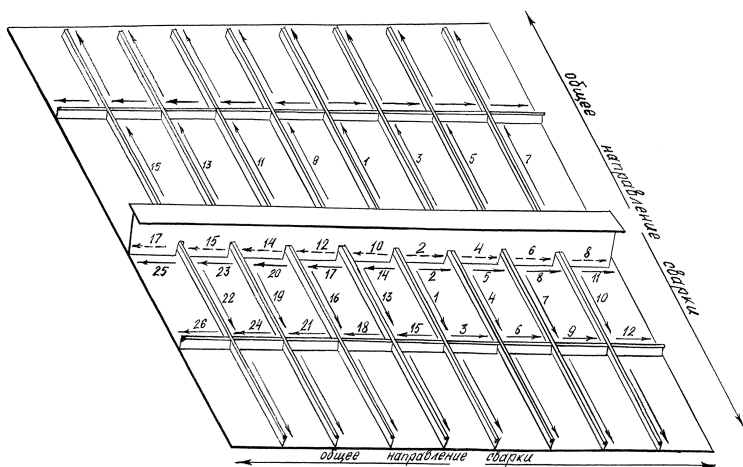


Рис. 3.3. Схема ячейкового способа сварки корпусных конструкций

Отсутствие кривизны и относительная простота конструкции плоскостных секций предопределили широкие возможности механизации их изготовления на судостроительных предприятиях. Такие секции изготавливают на

механизированных поточных линиях, где на отдельных позициях секция проходит все этапы: от изготовления полотнища до установки и сварки набора и насыщения, а также ее сдачи.

Шифры и содержание работ приведены в табл. 3.2, а примеры типовых технологических процессов изготовления плоскостных секций – в табл. 3.3.

3.3. Изготовление полуобъемных и объемных секций

Полуобъемные и объемные секции могут быть открытыми и закрытыми, т.е. с накрывающим перекрытием (например, днищевые со вторым дном, двойные борта). Изготовление объемных секций более трудоемкое и сложное, поскольку при работе в замкнутых пространствах создаются неблагоприятные условия для работающих и применения средств механизации.

Технология изготовления таких секций различается в зависимости от того, имеют ли они плоскую поверхность или ограничены только криволинейными поверхностями.

В первом случае плоскую поверхность часто применяют как базовую, что позволяет использовать для ее сборки и сварки плоские стенды. Сборка секции начинается с формирования плоского настила (полотнища или узла), его разметки и установки высокого набора, верхние кромки которого являются базой для создания лекальной поверхности криволинейной обшивки. В процессе изготовления секцию для удобства выполнения сварочных работ кантуют с применением специальных кантовочных приспособлений.

Сборку и сварку криволинейных секций без плоской базы выполняют на сборочно-сварочных постелях, которые

относятся к наиболее крупной по размерам группе сборочной оснастки (см. главу 1, § 1.4).

Технологические операции изготовления секций в постели включают следующие работы: проверку обводов лекальной поверхности постели; сборку и сварку криволинейного полотнища; разметку полотнища; установку и сварку набора; установку и сварку с одной стороны накрывающего настила (если такой имеется); открепление секции от постели и кантовка ее на 180°; сварку накрывающего настила с обратной стороны и приварку к нему набора; возвращение секции в первоначальное положение; установку насыщения; проверку ее формы и размеров.

Наиболее сложен технологический процесс сборки и сварки объемных секций оконечностей. Их изготавливают, в основном, в постелях или стапель-кондукторах (см. главу 1, § 1.4), начиная с установки штевня с килевой коробкой, после чего формируют обшивку, размечают места установки набора, устанавливают набор, а затем палубы и платформы, собранные предварительно. Часто используют плоскую палубу или платформу в качестве базовой, на которой устанавливают и сваривают набор, а затем на него наружную обшивку.

Объемные секции ярусов надстройки, используя их конструктивные и технологические особенности (большие плоские поверхности; относительно небольшие толщины; набор небольшой высоты и преимущественно одного направления), собирают в перевернутом положении из предварительно изготовленных плоскостных секций палуб, наружных стенок и внутренних переборок. Затем из ярусов собирают блок надстройки.

Примеры технологических процессов изготовления полубъемных и объемных секций приведены в табл. 3.4–3.6, а шифры и содержание работ – в табл. 3.2.

3.4. Типовые технологические процессы изготовления секций

При разработке процессов изготовления секций все технологические операции необходимо указывать в повелительном наклонении (например, разметить, установить, заварить и т.п.). Шифры технологических операций, приведенные в табл. 3.2, не являются стандартными и используются только в учебных целях.

Таблица 3.2. Шифры и содержание работ при изготовлении типовых секций

Шифр работы	Наименование и содержание работ
1	2
1	Подготовка постели или кондуктора. Провести настройку постели согласно рабочим чертежам и плазовым данным, удалить временные крепления на лекалах или сойках постели, зачистить места приварки креплений, проверить постель в соответствии с ОСТ 5.9324–79, сдать ОТК. Настройку немеханизированной стоечной постели с постоянным шагом стоек необходимо провести в последовательности: – установить за пределами постели вертикальные временные жесткие стойки, с помощью шлангового уровня нанести на них след базовой плоскости, относительно которой производят установку стоек постели по высоте (за базовую плоскость принимают горизонтальную плоскость, положение которой определяют с учетом максимальной кривизны наружной обшивки, высоты постели с опущенными стойками и удобства выполнения сборочно-сварочных работ при изготовлении секции); – по рискам на стойках установить и закрепить шергени, верхние кромки которых фиксируют базовую плоскость; – на шергенях в плоскостях рядов стоек постели натянуть стеклины; стойки по высоте установить по плазовым данным. Положение стоек относительно натянутых стеклиной (базовой плоскости) определить с помощью метра, после сдачи постели ОТК стеклины, шергени и временные стойки убрать.

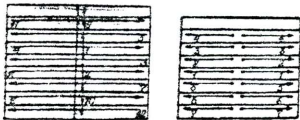
Продолж. табл. 3.2

1	2
1	Настройку механизированной стоечной постели проводят в последовательности: – расставить балки по длине секции, зафиксировать положение балок на рельсовом пути и замкнуть захваты балок; – нанести мелом положение пазов и контрольных линий на верхних концах крайних балок; установить на эти места разметочные площадки и стойки – опоры для закрепления стеклина; – выдвинуть стойки на высоту согласно плазовым данным; – натянуть стеклин, вынести со стеклина с помощью отвеса след контрольной линии на разметочную площадку; по плазовым данным нанести положение пазов. Подлекальники механизированной постели настроить только для днищевых секций: – установить подлекальники относительно ДП постели, закрепить их захватами на рельсах; – установить верхнюю часть подлекальников согласно плазовым данным; – выдвинуть стойки подлекальников на размеры согласно плазовым данным.
2	Подготовка сборочно-сварочного стенда. Удалить временные крепления на стенде, зачистить места их приварки, проверить стенд на горизонтальность и прямолинейность согласно ОСТ 5.9324–79***.
3	Удаление временных креплений: – удалить газовой строжкой или газовой резкой временные крепления (фиксирующие стойки, гребенки, планки, раскрепляющие стойки), установленные при сборке конструкции. Места приварки зачистить; – допускается удалять временные крепления сламыванием шва, при условии сохранения целостности основной конструкции.
4	Укладка узла полотнища на стенд: – подать узел полотнища (II дна; плоской части НО; палубы; борта и др.) на стенд, прижать и закрепить.
5	Прижатие полотнища к стенду балками: – прижать полотнище балками по обеим сторонам пазов или стыков.

Продолж. табл. 3.2

1	2
6	Прижатие полотнища к стенду грузами: – прижать полотнище к стенду грузами по обеим сторонам пазов или стыков.
7	Закрепление полотнища к стенду по контуру: – закрепить полотнище к стенду электроприхватками* по контуру при толщине листов до 8 мм или на эластичных креплениях при толщине листов более 8 мм (см. п. 3.1.4).
8	Укладка узла полотнища на постель: – подать краном и уложить узел полотнища на постель, совместить контрольные линии полотнища с контрольными рисками на постели, прижать к лекалам (стойкам) постели и закрепить*.
9	Укладка узла полотнища на ранее выставленный набор секций: – подать краном и уложить узел полотнища на выставленный набор, совместив контрольные линии полотнища с ранее установленным набором, обжать и закрепить.
10	Сборка криволинейного полотнища с плоским участком на постели: – подать и уложить узел плоской части полотнища (см. п. 8); – подать краном листы первого пояса криволинейной части полотнища, выровнять их относительно плоской части и состыковать, закрепляя электроприхватками (сначала стыкуя между собой, а затем с плоской частью), обжать к постели и закрепить; – аналогично установить остальные листы криволинейной части. <i>Примечание.</i> Допускается установка предварительно соединенных листов криволинейной части, выполняя их стыковку на стоечной постели упрощенного типа.
11	Сборка криволинейного полотнища с плоским участком на наборе секции: – подать и уложить узел плоской части полотнища (см. п. 9); – остальные операции выполнить в той же последовательности и с применением той же оснастки, что в п. 10, за исключением того, что листы криволинейной части полотнища прижать и закрепить к ранее установленному набору.

Продолж. табл. 3.2

1	2
12	Сборка криволинейного полотнища, не имеющего плоского участка: – подать и уложить на постель (или выставленный набор) листы горизонтального кия или ширстрека (при их отсутствии листов ближайшего к ним пояса), совместив контрольные линии на листах с рисками на постели (или на ранее выставленном наборе); – состыковывать листы между собой, обжать и закрепить к постели (или ранее выставленному набору)**; – аналогично установить листы последующих поясов, поочерёдно стыковать их между собой, а затем к ранее установленным, прижать и закрепить к постели (или ранее установленному набору).
13	Установка выводных планок: – установить и приварить по концам стыковых швов, подлежащих сварке автоматом под флюсом, выводные планки размером 100×100 мм, толщиной, одинаковой со свариваемыми конструкциями; – при наличии технологического припуска не менее 50 мм выводные планки можно не устанавливать.
14	Сдача конструкции под сварку: – проверить чистоту кромок, в случае их загрязнения зачистить; – проверить правильность подготовки кромок под сварку; – проверить правильность сборки согласно чертежам и плазовым данным.
15	Сварка полотнища.  а б Сварить стыки и пазы полотнища в зависимости от его кривизны по одному из следующих вариантов: – автоматом (за исключением стыков скуловых поясов) в последовательности, указанной на схеме (а); – полуавтоматом (при невозможности использования автомата) в последовательности, указанной на схеме (б).

Продолж. табл. 3.2

1	2
16	Контроль сварных швов: – контроль сварных швов выполнить в соответствии с ОСТ 5.1093–78; – исправить при необходимости дефекты сварных швов в соответствии с ОСТ 5.1078–76.
17	Разметка полотнища: – разметку базовых линий, мест установки набора, примыкающих конструкций, вырезов, фундаментов выполнить согласно чертежу; – линии разметки накернить; – разметку сдать ОТК.
18	Подготовка под установку набора: – зачистить места установки набора на полотнище, а также притыкаемые и стыкуемые кромки набора; – возобновить меловой ниткой по кернам места установки набора.
19	Установка набора главного направления: – подать детали набора главного направления на полотнище, разложить их вдоль мест установки согласно чертежу; – установить набор по разметке под малку или угольник, прижать к полотнищу и закрепить электроприхватками*; – сдать конструкцию ОТК под сварку. <i>Примечание:</i> 1. Если прямолинейный набор по длине состоит из нескольких частей, его следует состыковать перед подачей на сборку в последовательности: подать детали ребер жесткости на стэнд; разложить их согласно чертежу; состыковывать и сдать под сварку; сварить стыки с двух сторон; проверить сваренные ребра жесткости по нитке; при необходимости выправить; проверить качество сварки. 2. Если криволинейный набор состоит из нескольких частей, установить и закрепить верхнюю часть набора, пристыковать к ней нижнюю, затем закрепить к полотнищу.

Продолж. табл. 3.2

1	2
20	Приварка набора главного направления к полотнищу: – приварить набор главного направления автоматом или полуавтоматом на проход симметрично оси полотнища. В местах, недоступных для автоматической сварки, применить полуавтоматическую сварку.
21	Установка шельфов: – подать шельф на секцию, «надеть» на набор, навести на линию разметки, проверить по малке или угольнику***, раскрепить; – обжать, закрепить к полотнищу прихватками* и состыковать набор.
22	Установка перекрестного набора: – подать на секцию детали (узлы) перекрестного набора, разложить их вдоль мест установки согласно чертежу; – «надеть» на набор главного направления, навести на линии разметки и раскрепить; – проверить по малке или угольнику***, прижать к полотнищу** и закрепить прихватками*. <i>Примечание:</i> При интеркостельном перекрестном наборе, разрезные ребра жесткости перекрестного набора устанавливаются после установки и сварки ребер жесткости главного направления. Установку выполняют от середины к концам.
23	Установка рамного набора: – подать детали (узлы) перекрестного рамного набора и разложить вдоль мест установки; – «надеть» на набор главного направления, навести на линию разметки, проверить по угольнику или малке, закрепить; – обжать к полотнищу**, закрепить электроприхватками*; – подать рамный набор главного направления и разложить вдоль мест установки; – вставить в щель между рамным перекрестным набором, проверить по растяжке и на вертикальность***, раскрепить; – прижать к полотнищу**, закрепить прихватками*; – состыковать пояски и стенки набора.

Продолж. табл. 3.2

1	2
24	Установка высокого набора (при разрезных поперечных связях): – установить фиксирующие планки в местах установки участков флоров между вертикальным килем (стенкой туннельного кия) и первым стрингером правого борта и закрепить их электроприхватками; – подать узлы указанных участков флоров, установить между планками, надев их на ребра жесткости; – проверить правильность установки по линии разметки и растяжке***, раскрепить; – обжать** и закрепить электроприхватками к полотнищу; – подать узлы вертикального кия (стенки туннельного кия) и первого стрингера правого борта; – придвинуть их к торцам ранее установленным участкам флоров, проверить правильность установки по линии разметки и растяжке***, раскрепить; – обжать** и закрепить электроприхватками* к флорам и полотнищу; – произвести дальнейшую сборку конструкции симметрично диаметральной плоскости секции аналогично вышеуказанным работам.
25	Установка высокого набора (при разрезных продольных связях): – установить фиксирующие планки в местах установки вертикального кия (стенок туннельного кия); – подать узлы вертикального кия (стенок туннельного кия), установить их между планками. Проверить правильность их установки на вертикальность и по растяжке***, раскрепить; – подать узлы указанных участков стрингеров, установить их между планками; Проверить правильность их установки по вертикали и растяжке, совместив кромки с линией установки первого флора; – прижать узлы участков стрингеров и закрепить прихватками*; – подать узлы первого флора «надеть» на ребра жесткости, подвинуть до упора к установленным узлам стрингеров; – проверить совпадение торцевых кромок набора с линиями их стыковки, обжать** и закрепить электроприхватками** к полотнищу и набору;

Продолж. табл. 3.2

1	2
25	– с двух бортов провести дальнейшую установку высокого набора аналогично вышеуказанным работам.
26	Установка набора главного направления при установленном ранее рамном и высоком наборе (применяется, в основном, при использовании в качестве ребер жесткости длинномерных полос из листового проката): – подать ребра жесткости на секцию; – произвести их установку, протаскивая их в соответствующие шпигаты высокого набора; – проверить правильность их установки по вертикали и растяжке**, закрепить электроприхватками*; – обжать** и закрепить электроприхватками* к набору и полотнищу.
27	Установка деталей россыпи: – подать детали россыпи на секцию; – установить детали россыпи согласно чертежу и закрепить электроприхватками.
28	Сварка набора: – сварить набор сначала между собой, а затем приварить к полотнищу по ячейкам с общим направлением сварки от середины секции к ее краям. <i>Примечание:</i> 1. Сварка набора между собой и приварка его к полотнищу может производиться параллельно сборке, но только в объеме заверченного участка работ, а именно: в районе между вертикальным килем и первым стрингером (одновременно по обеим сторонам от диаметральной плоскости секции); в районах между первым и вторым стрингерами. При этом сдача набора под сварку должна производиться также по завершенным участкам. 2. Если в днищевой секции предусмотрен предварительный развал, то перед началом приварки набора к полотнищу следует освободить ее от фиксации к постели до первого крайнего (бортового) стрингера.

Продолж. табл. 3.2

1	2
29	Приварка набора к полотнищу (наружной обшивки, второго дна, палубы, платформы или переборки) после кантовки секции выполняется в соответствии с п. 28.
30	Проверка набора по высоте: – проверить по высоте положение верхних кромок набора согласно плазовым данным; – подрезать при необходимости кромки газовой резкой и зачистить (суммарная длина подрезаемых кромок не должна превышать 15% общей длины кромок высокого набора на секции).
31	Установка фундаментов на секцию: – зачистить места установки фундаментов и притыкаемые кромки; – подать фундамент на секцию, установить и взять на электроприхватки; – сдать под сварку; – приварить фундамент. <i>Примечание:</i> В случае, если устанавливаемые фундаменты мешают выполнению сварочных работ, фундаменты устанавливают после сварки секции.
32	Установка заделок: – зачистить кромки, притыкаемые к заделкам; – подать, установить и закрепить заделки электроприхватками; – сдать под сварку и приварить заделки ручной сваркой. <i>Примечание:</i> Для удобства выполнения работ по контролю и исправлению сварных швов установку заделок выполнить после приварки набора.
33	Проверка положения вырезов под продольный набор на высоком поперечном наборе: – зафиксировать на рейке положение продольного набора (настила второго дна или плоской части наружной обшивки); – проверить по снятым замерам положение вырезов в высоком поперечном наборе; – при несовпадении причертить вырезы и обрезать, кромки зачистить.

Продолж. табл. 3.2

1	2
34	Установка продольного набора главного направления на высокий поперечный набор: – подать продольный набор (настила второго дна или плоской части наружной обшивки) и разложить их вдоль мест установки; – уложить набор в соответствующие вырезы поперечного высокого набора, проверить его положение по растяжке, выровнять по верхним кромкам высокого набора и закрепить электроприхватками*.
35	Приварка продольного набора к поперечному междудонному набору: – приварить продольный набор к поперечному междудонному набору полуавтоматом в среде CO₂, сварку выполнять от середины секции к ее краям.
36	Установка настила второго дна на набор секции: 1-й вариант, если второе дно от борта до борта: – измерить по внутренней кромке наружной обшивки полушироты секции на уровне настила второго дна; – причертить полотнище настила второго дна по результатам замеров, обрезать припуск, если требуется, разделить кромки под сварку, зачистить кромки; – подать полотнище настила второго дна, установить его по растяжке, состыковать с наружной обшивкой, обжать и закрепить к междудонному набору электроприхватками*; 2-й вариант, если второе дно состоит из двух полуполотнищ: – измерить по внутренней кромке наружной обшивки полушироты секции на уровне настила второго дна; – причертить полотнище настила второго дна по результатам замеров, обрезать припуск, если требуется, разделить кромки под сварку, зачистить кромки; – подать полуполотнище настила второго дна, установить его по растяжке, состыковать с наружной обшивкой, обжать и закрепить к междудонному набору электроприхватками*;

Продолж. табл. 3.2

1	2
36	– подать и установить полуполотнище настила второго дна другого борта по растяжке, состыковать с наружной обшивкой, обжать и закрепить к набору электроприхватками*; – состыковать полуполотнища между собой и закрепить электроприхватками*.
37	Сварка настила второго дна: – заварить паз между полуполотнищами автоматом; – приварить полуавтоматом настил второго дна к наружной обшивке или скуловым стрингерам.
38	Приварка междудонного листа второго дна к скуловому листу наружной обшивки при сборке секции в постели: – выполнить сварку паза с наружной стороны полуавтоматом в CO₂; – произвести подварку паза с обратной стороны вручную после кантовки секции.
39	Приварка междудонного листа второго дна к скуловому листу наружной обшивки при сборке секции на втором дне: – выполнить сварку паза с внутренней стороны вручную; – подварить паз с обратной стороны полуавтоматом в CO₂ после кантовки секции.
40	Сборка и сварка объёмной секции верхней палубы: – уложить на постель полотнище верхней палубы, совместить контрольные линии полотнища с рисками на постели, прижать** полотнище к лекалам или стойкам постели и закрепить электроприхватками*; – уложить на постель ширстречный лист, выровнять его относительно полотнища верхней палубы, прижать** и закрепить к полотнищу электроприхватками*; – выполнить работы согласно п.п. 13; 14; 15; 16; 17; 19; 20; – подать и установить узел продольной переборки на настил верхней палубы, совместив её кромку с линией разметки, проверить положение переборки по растяжке и на вертикальность***, прижать**, раскрепить и закрепить к настилу верхней палубы электроприхватками*;

Продолж. табл. 3.2

1	2
40	– подать и установить узлы палубных частей поперечных рам на участке от продольной переборки до борта, проверить их положение по малке***, состыковать с набором продольной переборки, прижать к настилу** и закрепить электроприхватками*; – подать и установить узлы поперечных рам на участке от продольной переборки до борта и вертикального листа, проверить их положение по линии разметки***, раскрепить**, закрепить электроприхватками* к продольной переборке и настилу; – подать и установить вертикальный лист, проверить его положение по растяжке***, раскрепить, обжать** и закрепить электроприхватками* к настилу и поперечным рамам; – подать и установить подсекцию борта, проверить положение по длине, высоте и полушироте***, раскрепить, причертить и удалить газовой резкой припуск по пазу и набору, при необходимости разделить кромки под сварку, зачистить их, проверить положение секций и состыковать с ранее установленными конструкциями электроприхватками*; – подать и установить тавровые узлы поперечных рам наклонной платформы на участке от борта до продольной переборки, причертить, удалить припуск, если требуется, разделить кромку под сварку, зачистить, состыковать с набором и закрепить электроприхватками*; – установить узлы поперечных рам и продольные рёбра жёсткости, подкрепляющие наклонную платформу, проверить их положение по длине, выровнять их верхние кромки по высоте поперечных рам, закрепить к поперечным рамам электроприхватками*; – установить кницы между бортом и крайним ребром жёсткости наклонной платформы, закрепить их электроприхватками*; – выполнить работы согласно п.п. 27; 3; 14; 16; – установить полотнище наклонной платформы, проверить её положение***, прижать и закрепить к набору прихватками; – заварить пазы наклонной платформы с вертикальными и горизонтальными листами.

Продолж. табл. 3.2

1	2
41	Установка и приварка обухов для кантования и транспортировки: – подать и установить обухи в соответствии со схемой кантования и транспортировки секции, сдать под сварку; – раскрепить при необходимости секцию временными ребрами жесткости; – произвести приварку обухов и набора в их районе в объеме, предусмотренном схемой кантования и транспортировки секции.
42	Освободить секцию от закрепления к оснастке.
43	Снятие секции с оснастки: – снять секцию, подать на сборочный стенд или площадку для доделки и сдачи, установить секцию на опоры.
44	Кантование секции: – подать и установить (при необходимости) кантовочные приспособления; – произвести кантовку секции в соответствии со схемой кантования и транспортировки; – установить секцию на опоры.
45	Установка переборки в секцию: – установить фиксаторы и обухи для крепления растяжек на секции; – установить обухи для крепления растяжек на переборке с учетом ее транспортировки и установки; – установить краном переборку на настил секции, совместив ее кромку с линией разметки; – проверить положение переборки по растяжке и на вертикальность; – раскрепить переборку, прижать к настилу и закрепить электроприхватками*.
46	Сборка полотнища на линии ЭСАБ: – подать листы листоукладчиком на магнитную балку; – установить листы кромками над осью балки с электромагнитами;

Продолж. табл. 3.2

1	2
47	Сварка полотнища на линии ЭСАБ: – переместить собранное полотнище на позицию сварки, совместив первый стык с балкой с флюсовым ручьем; – прижать полотнище к флюсовому ручью электромагнитами балки; – заварить стык с помощью сварочного портала; – освободить полотнище от закрепления электромагнитами балки; – переместить полотнище на ширину листа; – аналогично заварить остальные стыки полотнища; – переместить полотнище на следующую позицию линии.
48	Кантование полотнища кантующим устройством.
49	Зачистка кромок набора: – подать профилеукладчиком балку набора на опоры зачистного устройства, развернув балку вокруг горизонтальной оси так, чтобы ее стенка приняла вертикальное наложение; – зачистить дробеструйной установкой нижнюю кромку балки набора с двух сторон; – уложить профилеукладчиком балку на шлеппер зачищенной кромкой вперед.
50	Разметка полотнища машиной «Телерекс»: – сориентировать полотнище относительно оси машины «Телерекс»; – выполнить разметку мест установки набора главного направления; – оконтуровать при необходимости продольные кромки полотнища относительно оси машины «Телерекс»; – развернуть поворотным устройством полотнище на 90°; – выполнить разметку мест установки поперечного набора; – оконтуровать при необходимости поперечные кромки полотнища.
51	Зачистка мест установки набора шлифовальными машинами.

Продолж. табл. 3.2

1	2
52	Установка и приварка к полотнищу набора главного направления на механизированных линиях: – подать полотнище к агрегату автоматической приварки набора, сориентировав его относительно оси агрегата; – создать упругий изгиб полотнища включением электромагнита с выдвиганием стоек балки выгиба; – подать устройством первую балку набора главного направления в систему установки набора агрегата; – установить первую балку набора на полотнище с помощью системы установки набора агрегата, ориентируя торец балки по линии разметки; – приварить балку набора с двух сторон с помощью двух автоматов агрегата; – переместить полотнище на шаг для установки следующей балки набора; – аналогично установить остальные балки набора; – зачистить сварные швы; – передать полотнище с набором на очередную позицию линии.
53	Поворот полотнища на 90° с помощью поворотного устройства.
54	Установка перекрестного набора агрегатом механизированной линии: – захватить агрегатом из кассеты балку перекрестного или высокого набора; – навести на линию разметки, прижать** и закрепить к полотнищу электроприхватками*.
55	Сварка набора полуавтоматами, размещенными на сварочных стрелах: – произвести сварку набора, сваривая сначала набор между собой, а затем приваривая к полотнищу от середины к концам.
56	Установка и приварка доизоляции насыщения.

Продолж. табл. 3.2

1	2
57	Определение изгиба секции: – определить изгиб секции путем замера зазоров между секцией и оснасткой для сборки. Если оснастка имеет предварительный развал, то замеры необходимо выполнять с учетом величины развала.
58	Контуровка секции: – проверить габаритные размеры секции; – удалить припуски по кромкам секции газовой резкой; – разделать при необходимости кромки под сварку и зачистить их.
59	Нанесение на секцию контрольных линий: – нанести на секцию контрольные линии, накернить их, отметить краской.
60	Подварка сварных швов: – подготовить сварные швы корпусных конструкций и насыщения для подварки; – подварить сварные швы в последовательности, аналогичной сварке основного шва.
61	Сдача секции на комплектность и качество.
62	Испытание сварных швов на непроницаемость: – испытать керосином и меловым раствором сварные швы непроницаемых конструкций.
63	Грунтовка секции: – выполнить грунтовку секции согласно ведомости грунтовки; – восстановить контрольные линии, отметить их белой краской.
64	Маркирование секции: – выполнить маркирование секции с лицевой и внутренней сторон (см. п. 3.1.2). Маркировку обвести белой краской.

Примечание:

* – указать параметры электроприхваток (см. главу 2, §2.3, табл. 2.1);

** – указать конкретно применяемую оснастку или приспособления;

*** – указать допускаемые отклонения проверяемых параметров.

Таблица 3.3. Последовательность выполнения работ в типовых технологических процессах изготовления плоскостных секций (палубы, платформы, переборки, подсе-
кции второго дна и наружной обшивки)

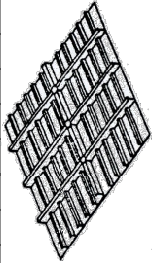
Эскиз типовой секции	Характеристики типовой секции	Предварительно изготовленные узлы	Последовательность выполнения работ	
			Изготовление на стенде	Изготовление на механизированной линии типа ЭСАБ
	Набор одного направления	Полотнище	2; 4; 17; 19; 14; 20; 16; 42; 41; 57; 58; 61; 62; 63; 64	50; 49; 18; 52; 16; 41; 61; 62; 63; 64
	Набор одного направления; шельфы палуб с набором	Полотнище; шельфы палуб с набором	2; 4; 17; 19; 14; 20; 21; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 42; 41; 57; 58; 61; 62; 63; 64	50; 49; 18; 52; 53; 54; 55; 27; 16; 32; 41; 61; 62; 63; 64
	Набор в двух направлениях; рамные стойки той же высоты, что и перекрёстный разрезной набор на рамных стойках	Полотнище; рамный набор	2; 14; 17; 19; 14; 20; 23; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 42; 41; 57; 58; 61; 62; 63; 64	50; 49; 18; 52; 53; 54; 55; 27; 16; 32; 42; 41; 61; 62; 63; 64

Таблица 3.4. Последовательность выполнения работ в типовых технологических процессах изготовления полувольемных палубных секций

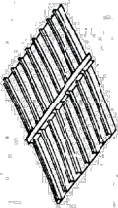
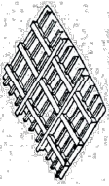
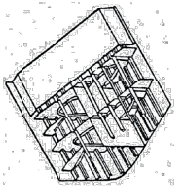
Эскиз типовой секции	Характеристики типовой секции	Предварительно изготовленные узлы	Последовательность выполнения работ
	Набор преимущественно одного направления; рамный карлингс; погиль палубы плавная	Плоская часть полотнища настила (если есть); карлингс	1; 12 (или 10); 14; 15; 17; 18; 19; 14; 20; 22; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 42; 41; 56; 57; 58; 43; 44; 14; 60; 16; 61; 62; 63; 64
	Набор двух направлений; рамные карлингсы и бимсы одной высоты; погиль палубы плавная	Плоская часть полотнища настила (если есть); карлингсы	1; 12 (или 10); 14; 15; 17; 18; 19; 14; 20; 23; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 42; 41; 56; 57; 58; 43; 44; 14; 60; 16; 61; 62; 63; 64
	Объёмная палубная секция с подпалубной цистермой и частью борта; соединение борта с палубой по радиусу; рамы поперечные разрезные на продольной переборке; продольная переборка подкреплена рёбрами жёсткости	Секция борта с продольным и поперечным набором и горизонтальным листом платформ; продольная переборка с продольным и поперечным набором; тавровые узлы поперечных рам на участке бортипродольная переборка; тавровые узлы поперечных рам на участке от продольной переборки к диаметральной плоскости; полотнище настила верхней палубы	1; 40; 42; 41; 57; 58; 43; 44; 14; 60; 59; 29; 56; 16; 61; 62; 63; 64

Таблица 3.5. Последовательность выполнения работ в типовых технологических процессах изготовления полубъемных бортовых секций

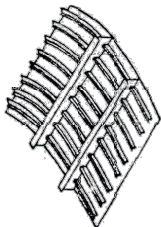
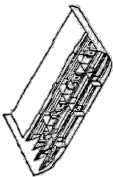
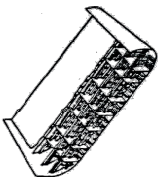
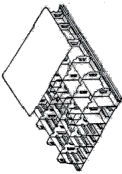
Эскиз типовой секции	Характеристики типовой секции	Предварительно изготовленные узлы	Последовательность выполнения работ
	Набор одного направления; наружная обшивка криволинейная с плоской частью	Тавровый набор; полотноще плоской части наружной обшивки	1; 12 (или 10); 14; 15; 17; 18; 19; 14; 20; 16; 42; 41; 56; 57; 58; 43; 44; 14; 60; 16; 61; 62; 63; 64
	Набор преимущественно одного направления; стрингеры рамные неразные; наружная обшивка криволинейная с плоской частью	Тавровый набор; полотноще плоской части наружной обшивки	1; 10 (или 12); 14; 15; 16; 17; 18; 19; 14; 20; 22; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 42; 41; 56; 57; 58; 43; 44; 14; 60; 16; 61; 62; 63; 64

Таблица 3.6. Последовательность выполнения работ в типовых технологических процессах изготовления полубъемных и объемных днищевых секций

Эскиз типовой секции	Характеристика типовой секции	Вариант I*		Вариант II	
		Сборка на настиле второго дна	Сборка на наружной обшивке	Предварительно изготавли- ваемые узлы	Последова- тельно выполнения работ
1	2	3	4	5	6
	Настил второго дна плоский; средняя часть наружной обшивки плоская; акуловая часть криволинейная; вертикальный киль и флоры неразрезные; стрингеры разрезные; флоры сплошные, подкреплены в районе вырезов ребрами жесткости	Полотнище настила второго дна; полотнище плоской части наружной обшивки; флоры с ребрами жесткости; вертикальный киль	2; 4; 17; 18; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 30; 9; 11; 14; 15; 39; 42; 41; 43; 44; 27; 14; 39; 60; 29; 16; 56; 57; 58; 61; 62; 63; 64	То же, что в варианте I, но полотнище второго дна подаётся с разъемом у диаметральной плоскости	1; 10; 14; 15; 17; 18; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 30; 36; 14; 37; 42; 41; 57; 58; 43; 44; 27; 14; 37; 60; 29; 16; 44; 56; 61; 62; 63; 64
	То же, что и предыдущая секция, но нет плоской части наружной обшивки	То же, что у предыдущей секции, кроме полотнища плоской части наружной обшивки	2; 14; 17; 18; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 30; 12; 14; 15; 38; 42; 41; 43; 44; 27; 14; 39; 60; 29; 16; 56; 57; 58; 61; 62; 63; 64	То же, что при варианте I, но полотнище настила второго дна подаётся с разъемом у диаметральной плоскости	1; 12; 14; 15; 17; 18; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 30; 36; 14; 37; 42; 41; 57; 58; 43; 44; 27; 14; 37; 60; 29; 16; 44; 56; 61; 62; 63; 64

Продолж. табл. 3.6

1	2	3	4	5	6
	Настил второго дна плоский; средняя часть наружной обшивки плоская; скуловая часть криволинейная; вертикальный киль и флоры неразрезные; флоры сплошные и бракетные; стрингеры разрезные на сплошных флорах; вертикальный киль и стрингеры подкреплены бракетами	Полотнище настила второго дна с рёбрами жёсткости**; полотнище плоской части наружной обшивки; флоры с рёбрами жёсткости; вертикальный киль и стрингеры с бракетами	2; 4; 17; 18; 14; 20; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 30; 33; 34; 35; 11; 14; 15; 38; 42; 41; 43; 44; 27; 14; 37; 14; 39; 60; 29; 16; 32; 56; 57; 58; 61; 62; 63, 64	То же, что в варианте I, но полотнище настила второго дна подается с разъемом у диаметральной плоскости	1; 10; 14; 15; 17; 18; 19; 14; 20; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 30; 36; 14; 37; 42; 41; 57; 58; 43; 44; 27; 14; 37; 60; 29; 16; 44; 56; 61; 62; 63, 64
	Настил второго дна плоский; наружная обшивка плоская в средней части и криволинейная на скуле; вертикальный киль и флоры сплошные; стрингеры разрезные; флоры подкреплены рёбрами жёсткости по всей длине; на наружной обшивке установлены продольные рёбра жёсткости	Полотнище настила второго дна; полотнище плоской части наружной обшивки с рёбрами жёсткости; флоры с рёбрами жёсткости и бракетные; вертикальный киль	2; 4; 17; 18; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 30; 33; 34; 35; 11; 14; 15; 38; 42; 41; 43; 44; 27; 14; 39; 60; 29; 16; 32; 56; 57; 58; 61; 62; 63, 64	То же, что в варианте I, но полотнище настила второго дна подается с разъемом у диаметральной плоскости***	1; 10; 14; 15; 17; 18; 19; 20; 25; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 30; 36; 14; 37; 42; 41; 57; 58; 43; 44; 27; 14; 37; 60; 29; 16; 44; 56; 61; 62; 63, 64

1	2	3	4	5	6
	Настил второго дна плоский; наружная обшивка плоская; вертикальный киль и стрингеры не разрезные и подкреплены рёбрами жёсткости; флоры разрезные; рёбра жёсткости идут по наружной обшивке и настилу второго дна	Полотнище настила второго дна с рёбрами жёсткости***, полотнище наружной обшивки с рёбрами жёсткости; вертикальный киль и стрингеры с рёбрами жёсткости; флоры с рёбрами жёсткости	1; 4; 17; 18; 24; 27; 3; 14; 28; 16; 32; 30; 33; 9; 41; 42; 44; 27; 14; 29; 16; 32; 56; 58; 59; 61; 62; 63; 64		

Примечание:

- * – вариант I следует применять при единичном изготовлении секций и при отсутствии универсальных сборочно-сварочных постелей;
- ** – допускается раздельная установка полотнища настила второго дна и рёбер жёсткости;
- *** – допускается раздельная установка полотнища плоской части наружной обшивки и рёбер жёсткости.

ГЛАВА 4

СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СУДОВЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. Свариваемые стали для судостроения

В судостроении используются различные стали, отличающиеся друг от друга физико-механическими и технологическими свойствами.

Для изготовления сварных конструкций корпусов судов применяются конструкционные стали. Однако не все конструкционные стали хорошо свариваются. Опыт эксплуатации судов показал, что стали, обладающие высокой вязкостью, имеют достаточную стойкость против возникновения и распространения трещин, представляющих особую опасность для сварного корпуса. В связи с этим углеродистая и низколегированная стали для судостроения выделены в специальный ГОСТ 5521–93 (здесь и далее более подробные сведения о ГОСТе можно получить в списке рекомендуемой литературы и Приложениях 1–6), предусматривающий повышенные требования к их свойствам.

Морские суда строятся в основном из низколегированных сталей. Применение таких сталей с более высокими физико-механическими характеристиками оправдывается экономическими соображениями. Корпуса судов, построенные из

низколегированной стали, имеют меньшую массу, чем однотипные корпуса из углеродистой стали. Суда внутреннего плавания и некоторые морские, портовые, рейдовые (буксиры, баржи) и служебные эксплуатируются в менее жестких условиях, поэтому они обычно строятся из углеродистой стали обыкновенного качества. Из этой же стали изготавливаются и некоторые конструкции морских судов.

Наиболее широко применяемые в судостроении стали, их основные свойства и химический состав приведены в табл. 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1. Механические свойства свариваемых корпусных сталей

Категории стали	Временное сопротивление σ_b , МПа	Предел текучести σ_t , МПа	Относительное удлинение δ_5 , %	Температура испытания, °С	Работа удара, Дж, при толщине проката, мм, не менее		
					10 и более	7,5–9,5	7,0–7,0
A B D E	400...490	235	22	– 0 –20 –40	– 27	– 24	– 19
A27S D27S E27S	400...510	265	22	0 –20 –40	31	26	22
A32 D32 E32	440...590	315	22	0 –20 –40	31	26	22
A36 D36 E36	490...620	355	21	0 –20 –40	34	28	24
A40 D40 E40	510...650	390	20	0 –20 –40	41	34	29
A40S D40S E40S	530...690	390	19	0 –20 –40	36	30	25

Таблица 4.2. Химический состав свариваемых корпусных сталей

Содержание элементов, %												
Категории сталей	C, не более	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Mo	Nb	V	Al растворимый в кислотах
A	0,21	0,4–1,0	0,15–0,35	0,040	0,040	0,3	0,4	0,35	–	–	–	0,015–0,06
B	0,21	0,6–1,0										
D	0,21	0,6–1,4										
E	0,18	0,7–1,4										
A27S	0,18	0,6–1,4								–	–	
D27S												
E27S												
A32	1,18	0,9–1,6	0,9–1,6	0,035	0,035	0,2	0,4	0,35	0,08	–	–	
D32												
E32												
A36												
D36												
E36	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	0,015–0,06	
A40												
D40												
E40												
A40S	0,12	0,5–0,8	0,5–0,8	0,035	0,035	0,6–0,9	0,5–0,8	0,4–0,6	–	–	–	
D40S												
E40S												

4.2. Способы сварки корпусных конструкций

Для изготовления стальных секций корпусов судов применяется электродуговая сварка плавящимся электродом. Сварка может выполняться ручным, полуавтоматическим или автоматическим способами. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки, значением которых необходимо руководствоваться при выборе того или иного вида сварки.

4.2.1. Ручная электродуговая сварка

Сварка производится плавящимся электродом с толстой обмазкой. Ручная сварка является наиболее универсальной, т.к. она не требует сложного и громоздкого оборудования и может выполняться при любом пространственном расположении сварного шва, практически в любых производственных условиях. Однако ряд недостатков, присущих этому способу, резко ограничивает область его применения.

К главным недостаткам относятся: низкая производительность труда; повышенные по сравнению с автоматической и полуавтоматической сваркой деформации; пониженное качество наплавленного металла; значительный расход электродной проволоки; вредное воздействие открытой электрической дуги на окружающих; высокие требования к квалификации сварщика. Стоимость работ при ручной сварке оказывается значительно выше, чем при полуавтоматической или автоматической.

В зависимости от типа применяемых электродов ручная сварка может производиться при постоянном или переменном токе. При изготовлении секций она применяется для сварки коротких швов, а также при сварке в замкнутом пространстве.

4.2.2. Полуавтоматическая и автоматическая дуговая сварка под флюсом

Сварка производится электродной проволокой под защитой флюса, насыпаемого в район сварного шва. Сыпучесть флюса ограничивает применение такой сварки возможностью выполнения сварочных работ только в нижнем положении на горизонтальной или наклоненной к горизонту не более чем на 15° поверхности. Однако, благодаря большим преимуществам перед ручной, сварка под флюсом получила значительное распространение.

Основными преимуществами сварки под флюсом являются: высокая производительность труда, улучшение качества металла шва и сварного соединения, снижение расхода сварочных материалов, электроэнергии и общей стоимости работ, отсутствие воздействия открытой электрической дуги на окружающих.

Повышение производительности достигается: увеличением скорости сварки; более полным использованием тепла дуги по сравнению со сваркой открытой дугой; уменьшением объема наплавляемого металла вследствие более глубокого проплавления основного металла; повышением коэффициента наплавки. Улучшению качества сварного шва способствует надежная защита зоны сварки от вредного воздействия азота и кислорода воздуха, стабильность процесса, обеспечивающая однородность химического состава металла, и снижение опасности непровара в результате более глубокого проплавления основного металла. Значительный экономический эффект создается за счет лучшего использования тепла дуги, уменьшения расхода электродной проволоки на угар, разбрызгивание и огарки, на заполнение шва вследствие уменьшения площади разделки кромок. Механизация технологического процесса сварки, улучшение условий труда в сварочных цехах и ряд других обстоятельств способствуют

обеспечению эксплуатационных преимуществ автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом перед ручной. При полуавтоматической сварке механизмируются процессы подачи сварочной проволоки из кассеты через гибкий шланг в сварочную дугу и флюса из бункера в район сварного шва. При автоматической сварке, кроме этого, механизмируется перемещение электрода вдоль шва. Этим определяется различие областей применения полуавтоматической и автоматической сварки. Первая используется при сварке прямолинейных швов длиной до 1500 мм и криволинейных швов, а вторая – при сварке прямолинейных стыковых и угловых швов длиной 1500 мм и более.

Автоматическая сварка плоских полотнищ может выполняться "на весу", на флюсовой подушке, на медной подкладке с односторонним и двусторонним способами формирования швов. Двусторонняя автоматическая сварка "на весу" требует тщательной подгонки стыковых соединений и ограничения сварочного тока при наложении подварочного шва во избежание прожогов и вытекания жидкого металла через зазоры. Это обстоятельство несколько снижает эффективность этого вида автоматической сварки, поэтому при серийном изготовлении одинаковых полотнищ на специализированных участках применять его не рекомендуется.

Автоматическая сварка на специализированном стенде, оборудованном флюсовой подушкой, позволяет применить повышенный зазор, сократив объем подгоночных работ. Кроме того, в этом случае возможна односторонняя сварка с обратным формированием шва за один проход при толщине до 10 мм, а при скосах двух кромок и сварке за несколько проходов – до 30 мм.

Качественный шов с обратным формированием может быть получен только при плотном прилегании флюса к сварному соединению. С этой целью желобы, куда он насыпается,

оборудуются специальными прижимными устройствами. Ввиду сложности устройства стендов для сварки на флюсовой подушке и значительной трудоемкости совмещения сварного шва с флюсовыми ручьями, этот вид сварки целесообразно применять только при изготовлении большого числа одинаковых полотнищ при выпуске одного-двух полотнищ в сутки. Для сварки полотнищ толщиной более 7 мм используются простые стенды без флюсовых подушек или с флюсовыми желобами, перемещающимися на катках, без магнитных прижимных устройств. Поджим флюса снизу осуществляется либо сразу по всей длине желоба с помощью двойного ряда воздушных шлангов, действующих совместно с шарнирными элементами самого желоба, либо по длине отдельных блоков. Однако при использовании флюсовых желобов не всегда удовлетворительно формируется обратная сторона шва, поэтому необходима его подварка. Это резко снижает эффективность работы флюсовых подушек и делает нецелесообразным их применение.

Для односторонней сварки тонких (до 10 мм) листов с обратным формированием шва может быть использована медная подкладка с флюсовым ручьем. С этой целью применяется специализированный автомат ТС-32 с подвешенным подвижным ползуном или специальный стенд с перемещающимся под полотнищем ползуном, работающим синхронно с автоматом. В случае применения ТС-32 сначала сваривают стыки отдельных поясьев полотнища, а после этого собирают и сваривают поясья в полотнище.

Автоматическая или полуавтоматическая сварка под флюсом может выполняться по ручной подварке, применение которой целесообразно только в том случае, если невозможна сварка полуавтоматом или автоматом (например, при сварке монтажного стыка секций в междудонном пространстве).

Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом угловых и тавровых соединений выполняется в нижнем положении при горизонтальном положении шва и любом наклоне стенок свариваемых деталей по отношению друг к другу. При этом положение электрода может быть либо вертикальным (при сварке "в лодочку"), либо наклонным. При сварке "в лодочку" формируется качественный шов. Однако в судостроении сварка "в лодочку" почти не применяется. Большая часть угловых и тавровых швов выполняются наклонным электродом. Для сварки тавровых балок применяют станок СТС-2М или МИБ-700, обеспечивающий формирование шва одновременно с двух сторон.

4.2.3. Автоматическая и полуавтоматическая сварка в среде защитных газов

При изготовлении секций широкое распространение получила полуавтоматическая сварка в среде защитных газов, которая дает возможность сваривать швы при любом их пространственном расположении. Применение автоматической сварки в среде защитных газов возможно лишь при сварке плоских полотнищ и набора в нижнем положении, однако в этом случае целесообразнее автоматическая сварка под флюсом, т.к. стоимость и трудоемкость работ при сварке в среде защитных газов несколько выше, чем под флюсом.

Применение полуавтоматической сварки в среде защитных газов целесообразно при наличии большого количества наклонных, вертикальных и потолочных швов, т.е. при изготовлении полубъемных и объемных секций.

При узловой сборке и сборке плоскостных секций предпочтительнее использовать сварку под флюсом; а сварку в среде в среде защитных газов можно рекомендовать только при сварке вертикальных и наклонных к горизонту швов.

Основными недостатками сварки в среде углекислого газа являются: повышенное разбрызгивание металла, вредное воздействие на окружающих открытой сварочной дуги и невозможность выполнения работ в закрытых помещениях.

4.2.4. Сварочные материалы

Сварочные материалы – электроды, присадочные прутки и проволока, флюсы и защитные газы – выполняют разнообразные металлургические и технологические функции.

К металлургическим функциям относят: защиту зоны сварки от воздуха; легирование и раскисление металла; рафинирование металла (удаление серы, фосфора, включений окислов, шлака); модифицирование (измельчение первичной структуры шва). Технологические функции – обеспечение устойчивости дугового процесса; заполнение разделки кромок свариваемых деталей присадочным металлом; формирование поверхности шва.

Для сварки корпусных сталей примеряются плавящиеся электроды, которые предназначены для поддержания дугового или шлакового процесса и служат присадочным металлом. В качестве плавящихся электродов используют голую стальную проволоку (при автоматической и полуавтоматической сварке под слоем флюса, в защитных газах, электрошлаковой сварке) либо стальные стержни с нанесенным на них слоем специального покрытия (электроды для ручной дуговой сварки). Покрытие служит для повышения устойчивости горения дуги, образования комбинированной газослаковой защиты, для легирования и рафинирования металла.

Электроды, предназначенные для ручной дуговой сварки классифицируют:

- по материалу, для сварки которого они предназначены;
- по химическому составу покрытия и наплавленного металла;
- по механическим свойствам наплавленного металла.

Электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей выпускают по ГОСТ 9467–75. Они делятся на типы, обозначаемые Э42, Э42А и т.д. Буква "Э" – электрод, цифры указывают величину предела прочности, буква "А" – что наплавленный металл имеет повышенную пластичность и ударную вязкость. В табл. 4.3 приведены наиболее широко применяемые в судостроении типы электродов. ГОСТ 9467–75 предусматривает четыре вида покрытий: органическое, обозначаемое буквой "О", рутиловое – "Т", руднокислое – "Р" и фтористо-кальциевое – "Ф". Свое название покрытия получили от названия или свойств компонентов, составляющих основу покрытия, которыми определяются его металлургические свойства. Все перечисленные покрытия обеспечивают наплавленному металлу прочность и пластичность, отвечающую типу Э42 и выше. Электроды, дающие наплавленный металл повышенной пластичности, в основном, могут быть получены на основе покрытий "Ф". Наиболее распространены электроды с покрытиями "Ф", "Т" и "Р".

Одному и тому же типу могут принадлежать электроды с покрытиями различного вида и с различным материалом стержня. Покрытия одного вида могут иметь различный состав. Конкретный состав покрытия и стержня в данном электроде определяет марку электрода. Их обозначения обычно содержат начальные буквы организации, в которой они были изобретены, и порядковый номер (табл. 4.3).

Сварочная проволока сплошного сечения для сварки сталей поставляется по ГОСТ 2246–70, который определяет диаметры, технические требования и химический состав марок проволок. Марки проволок разделены на три группы: низкоуглеродистые, легированные и высоколегированные. Указание "Св" в марке показывает, что проволока сварочная. Далее идет общепринятое обозначение содержащихся в сталях легирующих элементов и примерное их количество.

Таблица 4.3. Некоторые типы и марки электродов для сварки корпусных сталей

Тип электродов	Вид покрытия	Марка		Механические свойства металла шва			Область применения
				$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ_5 , %	$a_{\text{н}}$, МДж/м ²	
		электрода	проволоки				
Э42	О	ОМА-2	Св-08	420	18	0,8	Для сварки ответственных конструкций из сталей марок Ст3, Ст4 и других малоуглеродистых сталей в любом пространственном положении
Э42	Р	ОММ-5	Св-08А				
Э42	Р	ЦМ-7	Св-08А				
Э46	Т	АНО-4	Св-08А				
Э42А	Ф	УОНИИ-13/45	Св-08А	420	22	0,14	Для сварки конструкций из сталей марок ВСт3сп, С, 09Г2, 09Г2С, 10ХСНД, 10ХСНДД, 10Г2С1Д
			Св-08АА				
Э46А	Ф	Э-13/45А	Св-08	460	22	0,14	
			Св-08А				
Э50А	Ф	УОНИИ-13/55	Св-08А	500	20	0,13	
			Св-08АА				

Буква "А" в конце условного обозначения указывает на повышенную чистоту металла по содержанию серы и фосфора, двояная буква "АА" – на пониженное содержание серы и фосфора, по сравнению с проволокой марки Св-08А.

Порошковая проволока представляет собой трубчатую проволоку, имеющую часто сложное внутреннее сечение и заполненную в процессе ее изготовления порошком – флюсом. Порошок обычно имеет состав, отвечающий покрытиям "Ф" или "Т". Применение порошковой проволоки позволяет создать газовую и шлаковую защиту металла от воздуха, произвести обработку жидкого металла шлаком (рафинирование металла) и получить наплавленный металл с высокой пластичностью и вязкостью.

Для дуговой сварки без дополнительной защиты от воздуха предназначены порошковые проволоки с флюсом состава "Т": ПП-ДСК-1, ПВС-1. Они дают наплавленный металл, соответствующий электродам типов Э46–Э50. Проволоки марок ПП-АН2, ПП-АН3, ЭПС-15, содержащие флюс состава "Ф", дают наплавленный металл, соответствующий электродам типа Э50А. Для дуговой сварки в среде углекислого газа предназначены проволоки ПП-АН5, обеспечивающие наплавленный металл типа Э42 и ПП-АН4, ПП-АН9 и др., дающие наплавленный металл, отвечающий типу Э50А.

Флюсы для дуговой автоматической и полуавтоматической сварки делятся по назначению, химическому составу и способу изготовления. Существуют неплавленные (керамические) и плавленные флюсы. При сварке корпусных сталей керамические флюсы не применяются. Легирование плавленным флюсом происходит путем восстановления элементов из окислов, находящихся во флюсе. На практике с помощью плавленных флюсов производят легирование кремнием и марганцем при сварке углеродистых и низкоуглеродистых сталей.

Активность флюсов тесно связана с химическим составом металла, прежде всего проволоки, поэтому подбор сварочных материалов для сварки под флюсом включает выбор флюсов и проволоки одновременно. В табл. 4.4 приведены типичные системы флюс–проволока и область их применения в судостроении. Из числа приведенных в табл. 4.3 марок флюсов составы некоторых регламентируются ГОСТ 9087–81 (ОСЦ-45, ФЦ-9, АН-8, АН-348-А).

Таблица 4.4. Некоторые марки флюсов, применяемых при автоматической и полуавтоматической сварке корпусных конструкций

Тип флюса	Марка флюса	Марка проволоки	Область применения
Высокремнистый высокомарганцовистый (сильно-окислительный)	ОСЦ-45 Н-348-А ФЦ-9	Св-08А Св-08АА	Электродуговая сварка углеродистых и низколегированных сталей Ст3, Ст4, 09Г2, ВСт3сп2, ВСт3сп4, 10Г2С1Д, С, 10ХСНД, 10ХСН2Д
Кремнемарганцовистый (окислительный)	АН-8	Св-08А Св-08ГН Св-10ГН	Электрошлаковая сварка углеродистых и низколегированных сталей Ст3, Ст4, С, ВСт3сп4, ВСт3сп2, 10Г2С1Д, 09Г2, 10ХСНД, 10СН2Д

4.3. Сварка углеродистых и низколегированных сталей

При разработке технологического процесса сварки корпусных конструкций необходимо установить пригодность основного материала для сварной конструкции и выбрать способ сварки, сварочное оборудование и материалы, конструктивный тип соединения, режимы сварки и методы контроля швов. Необходимо также разработать мероприятия по предупреждению сварочных деформаций.

Сварное соединение включает в себя сварной шов, околошовную зону и примыкающий к ней основной металл. Сварной шов – это часть сварного соединения (при сварке плавлением), металл которого в процессе сварки находился в расплавленном состоянии.

В зависимости от расположения свариваемых частей применяются различные типы сварных соединений (рис. 4.1). Стыковые соединения образуются при помощи стыковых швов (*а*), швы остальных соединений называют по их типу: тавровые (*б*), угловые (*в*) или нахлесточные (*г*).

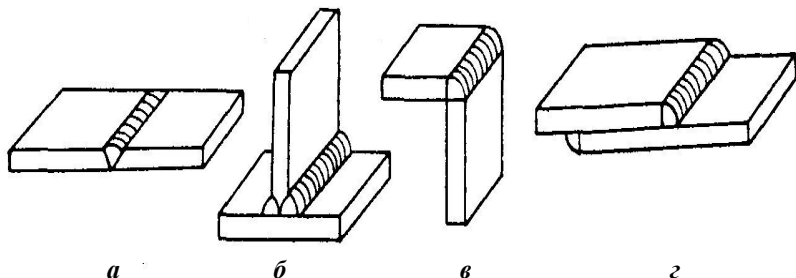


Рис. 4.1. Типы сварных соединений

Характерной особенностью корпуса судна и его отдельных конструкций является то, что они представляют собой оболочку или пластины, подкрепленные большим числом различных ребер жесткости, поэтому наиболее распространенными типами сварных швов являются стыковые и тавровые соединения.

Стыковые швы практически всегда бывают непрерывными и различаются только формой поперечного сечения подготовки кромок под сварку. Подготовка кромок характеризуется следующими элементами (рис. 4.2): углом скоса кромок α , углом раскрытия шва β (часто называемый углом разделки), притуплением c и зазором δ . Все эти элементы имеют важное значение для правильного формирования шва.

Форма подготовки кромок сварных швов для ручной сварки регламентируется ГОСТ 5264–80. Стыковые и угловые швы бывает одно- и двусторонними. Соединения листов внахлестку применяют очень редко – например, для соединения концов профилей с листами (бракетные флоры и т.п.), так как такие соединения приводят к излишнему расходу металла (на перекрой) и образованию конструктивной концентрации напряжений.

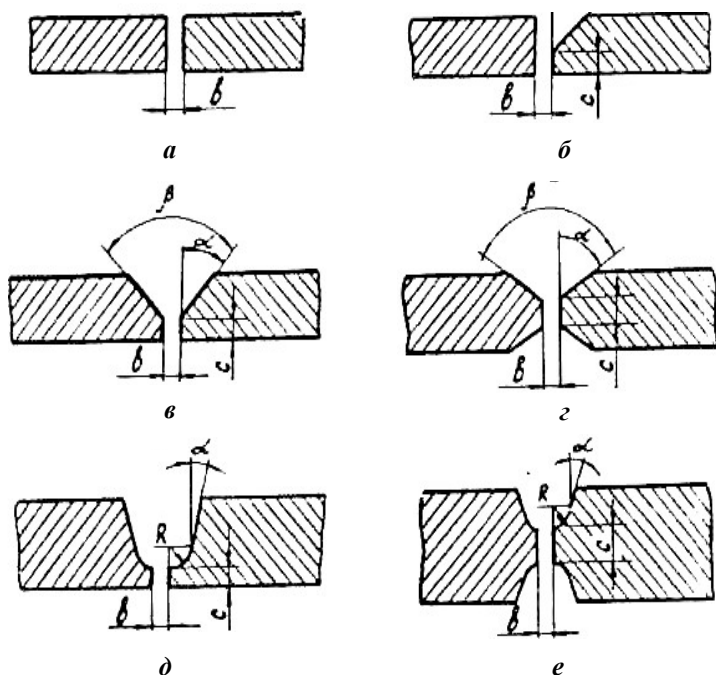


Рис.4.2. Подготовка кромок сварного соединения

Форма подготовки кромок сварных швов при сварке под флюсом регламентируется ГОСТ 8713–79. При автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом глубина проплавления основного металла значительно большая, чем при

ручной сварке. При однопроводной автоматической и полуавтоматической сварке глубина проплавления меньше зависит от зазора и скоса кромок, чем при ручной сварке. При толщине листов свыше 20 мм скос кромок необходим для обеспечения провара всего сечения, однако притупление может быть большим – до 8 мм. Обычно угол раскрытия шва колеблется в пределах 30...60°, зазор может быть равен нулю. Форма подготовки кромок под сварку в среде защитных газов регламентируется ГОСТ 14771–76.

При соединении встык двух листов, значительно различающихся по толщине, для обеспечения плавного перехода и улучшения условий сварки у более толстого листа выполняют скос, называемый "лаской" (см. рис. 4.6). Большинство тавровых соединений корпусных конструкций делают без скоса кромок, так как они мало нагружены. При большой протяженности непрерывных швов (продольный днищевой набор, ребра жесткости, вертикальный киль и т.п.) целесообразно использование автоматической или полуавтоматической сварки под флюсом.

4.3.1. Технология и режимы ручной сварки

Несмотря на значительную механизацию процессов сварки и широкое применение автоматов и полуавтоматов при постройке корпусов судов, в настоящее время используется и ручная сварка. Ее применяют при сварке секций и особенно широко – при формировании корпуса судна на построечном месте. При изготовлении секций объем ручной сварки составляет 10...15 %, а на построечном месте – 40...60 %.

Тип электродов выбирают исходя из необходимости получения механических показателей металла шва, равных показателям основного металла. Наиболее широко применяемые в судостроении режимы ручной сварки углеродистых и низко-

легированных сталей металлическим электродом приведены в табл. 4.5 и 4.6. Напряжение в дуге при ручной сварке колеблется в пределах 18...25 В. Подварку шва выполняют после вырубки корня или его воздушно-дуговой строжки.

Таблица 4.5. Режимы ручной сварки швов металлическим электродом

Положение шва в пространстве	Толщина свариваемого металла, мм	Основной шов		Подварочный шов	
		Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А
Нижнее	5,0...5,5	4	160...210	3	100...130
	5,0...5,5			4	180...210
	6 и более			4	180...210
	6 и более			5	220...260
Вертикальное	5...7	3	90...120	3	90...120
	7...10		90...120	3	90...120
	12...18		90...160	4	120...160
Горизонтальное и потолочное	5...8	3	90...120	3	90...120
	9 и более	4	140...160	4	120...160

Таблица 4.6. Режимы ручной сварки угловых швов металлическим электродом

Положение шва в пространстве	Катет шва, мм	Основной шов		Подварочный шов	
		Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А
Нижнее	4	3	100...120	—	—
	4	4	160...200	—	—
	5...6	4	160...200	—	—
	5...6	5	220...280	—	—
	7 и более	4	160...200	—	—
	7 и более	5	220...280	—	—
	7 и более	4	160...200	4	160...200
	7 и более	4	160...200	4	160...200
Вертикальное	5...8	3	90...120	—	—
	5...8	4	120...160	—	—
	9...12	3	90...120	—	—
	9...12	4	120...160	—	—
	10 и более	3	90...120	3	90...120
	10 и более	4	120...160	3	90...120
	10 и более	4	120...160	3	90...120

Продолж. табл. 4.6

Положение шва в простр-нстве	Катет шва, мм	Основной шов		Подварочный шов	
		Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А	Диаметр электрода, мм	Сила сварочного тока, А
Потолочное	5...6	4	120...160	—	—
	7 и более	3	90...120	3	90...120
	7 и более	4	140...160	4	140...160

В зависимости от протяженности шва и толщины металла шов можно выполнять различным способом. Короткие швы (длиной до 0,5 м) сваривают "напроход", длинные – либо от середины к концам, либо обратно-ступенчатым способом. Последний способ менее производителен, чем сварка "напроход", но широко применяется на практике, так как позволяет уменьшить сварочные напряжения и деформация, а у многослойных швов – улучшить структуру металла шва.

4.3.2. Технология и режимы механизированной сварки под флюсом

При разработке технологии и выборе режимов автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом необходимо учитывать особенности соединения и подготовки кромок под сварку, а также возможность выполнения сварки по различным вариантам (двусторонняя сварка, односторонняя сварка на флюсовой подушке или подкладке). Выбранные режимы должны обеспечить сплошной провар и получение заданного катета при сварке тавровых и угловых соединений. Во всех случаях режимы сварки должны обеспечить хорошее формирование швов. Для предотвращения ссыпания флюса сварку стыковых соединений допускается производить при наклоне их к горизонту на угол не более 15°. Рекомендуемые режимы сварки приведены в табл. 4.7 и 4.8.

Таблица 4.7. Режимы односторонней автоматической сварки стыковых соединений на флюсовой подушке

Толщина свариваемых листов, мм	Диаметр проволоки, мм	Сила свароч- ного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
1	2	3	4	5
5	2	430...450	33...35	35...37
5	3	480...500	31...37	37...40
5	3	560...570	33...35	37...40
6	3	540...560	32...34	35...37
6	3	600...610	34...36	33...36
6	4	680...700	34...36	33...36
7	4	760...780	35...37	33...36
7	5	880...900	35...37	33...36

При выборе рода тока и полярности необходимо учитывать особенности плавления проволоки при сварке под флюсами ОСЦ-45, АН-348-А и им подобными: наиболее медленно проволока плавится при сварке на постоянном токе при обратной полярности (изделие–катод, электрод–анод). Поэтому швы, для формирования которых требуется небольшое количество электродного металла, нужно сваривать на постоянном токе при обратной полярности. К таким швам относятся швы тавровых соединений, имеющие небольшой катет $K = 3...5$ мм, и швы стыковых соединений без подготовки кромок (см. рис. 4.2). При механизированной сварке под флюсом на постоянном токе обратная полярность обеспечивает большую глубину проплавления основного металла и, следовательно, большую производительность. Швы, для формирования которых требуется наплавить много электродного металла, лучше сваривать на переменном или на постоянном токе при прямой полярности (электрод–катод, изделие–анод).

Таблица 4.8. Режимы двусторонней автоматической сварки стыковых соединений на флюсовой подушке

Толщина свариваемых листов, мм	Первый шов				Второй шов			
	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
8	4	500...550	34...36	28...30	4	575...625	35...37	35...37
8	5	525...575	34...37	28...30	5	625...675	35...38	28...30
10	4	600...650	34...36	28...30	4	650...700	36...38	32...34
10	5	600...650	35...38	28...30	5	725...775	36...39	28...30
12	4	650...700	35...37	28...30	4	725...775	36...38	30...32
14	4	650...700	36...38	26...28	4	750...800	38...40	26...28
14	5	750...800	37...40	28...30	5	850...900	38...41	28...30
16	5	800...850	37...40	24...26	5	900...950	39...41	28...30
16	6	800...850	36...38	22...26	6	950...1000	38...40	24...26
18	5	800...850	38...41	22...24	5	925...975	39...42	26...28
18	6	800...850	36...38	22...24	6	1000...1050	39...41	24...26
20	5	800...850	38...41	22...24	5	950...1000	39...42	24...26
20	6	800...850	36...38	22...24	6	1050...1100	39...41	23...25

4.3.3. Технология и режимы механизированной сварки в среде защитных газов

Механизированную сварку в среде защитных газов можно осуществлять тонкой электродной проволокой диаметром 0,8...1,4 мм во всех пространственных положениях с использованием полуавтоматов типа А-547Р, ШШГ-500, "Гранит", "Нева" и др.

При большом диаметре электродной проволоки (1,6...2,0 мм) на так называемых форсированных режимах сварку ведут либо полуавтоматами ЦДПГ-500, "Гранит", "Нева", либо автоматами АДП2-500. Сварку автоматом в среде защитных газов производят только в нижнем положении. Правилами охраны труда запрещается производить сварку в среде защитных газов в закрытых помещениях (междудонное пространство, цистерны и др.).

Некоторые рекомендации по выбору оптимальных режимов сварки в среде защитных газов приведены в табл. 4.9.

Таблица 4.9. Рекомендуемые режимы механизированной сварки в среде защитных газов

Вид соединения	Толщина свариваемых листов, мм	Диаметр проволоки, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение на дуге, В	Скорость сварки, м/ч
Стыковое без разделки кромок, шов двусторонний	4...6	1,0	90...180	19...24	16...26
То же	8...12	2,0	300...350	28...30	16...26
Стыковое, Х-образная разделка кромок	20...25	2,0	440...460	30...32	16...26
Стыковое, V-образная разделка кромок	20	1,0	125...135	19...21	8...10

Швы тавровых соединений сваривают проволокой диаметром 1,0...1,2 мм при силе тока 160...180 А и напряжении 20...22 В. При катете шва до 3 мм сварку выполняют за один проход, а при катете 9...12 мм – за два-три прохода. При выполнении вертикальных швов швы катетом до 5 мм сваривают сверху вниз, а швы большего катета – снизу вверх. Расход углекислого газа составляет 500...600 л/ч при сварке стыковых швов и 300...400 л/ч – при сварке угловых швов.

4.3.4. Некоторые технико-экономические данные для выбора различных способов сварки

Наиболее простой является сварка швов в нижнем положении. При автоматической и полуавтоматической сварке под флюсом со свободным формированием шва это положение является единственно возможным. При ручной и полуавтоматической сварке в среде защитных газов сварку выполняют в любом пространственном положении.

Целесообразность широкого применения механизированных способов сварки обусловлена значительным увеличением производительности и снижением стоимости (табл. 4.10). И хотя стоимость оборудования достаточно велика, при большом объеме механизации оно быстро окупается.

Таблица 4.10. Некоторые данные по производительности и стоимости основных способов сварки

Способ сварки, сварочные материалы	Масса наплавленного металла, кг/ч	Расход электроэнергии на 1кг металла, кВтч	Относительная стоимость, %
1	2	3	4
Ручная сварка, электроды УОНИИ-13/45	1,0	5,4	100
Ручная сварка, электроды ЦМ-7	1,6	3,2	78

Продолж. табл. 4.10

1	2	3	4
Полуавтоматическая сварка в СО ₂ , диаметр проволоки 1 мм	1,4	2,4	65
Полуавтоматическая сварка в СО ₂ , диаметр проволоки 2 мм	3,0	4,0	45
Полуавтоматическая сварка под флюсом, диаметр проволоки 2 мм	6...10	4...5	30...50
Автоматическая сварка под флюсом, диаметр проволоки 2 мм	10...18	3...4	25...30

4.4. Некоторые конструктивные элементы сварных соединений и их условные обозначения

Конструктивные элементы сварных швов и их условные обозначения регламентируются ГОСТами (рис. 4.3). Типы и обозначения сварных швов, наиболее часто применяющихся при изготовлении узлов и секций, приведены ниже и в Приложении.

Всем одинаковым швам на чертеже присваивают один порядковый номер, который наносят (рис. 4.4):

а) на линии-выноске, имеющей полку с обозначением шва; при этом перед номером указывают общее количество таких швов по чертежу;

б) на полке линии-выноски (или под полкой, если шов с невидимой стороны), проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения.

Условное обозначение сварного шва наносят:

- на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва с видимой стороны (рис. 4.4,*а*);
- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва с обратной стороны (рис. 4.4,*б*).

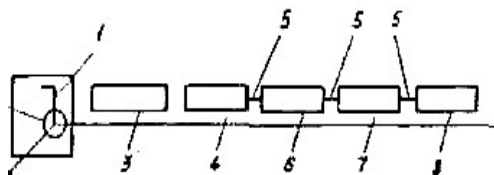


Рис. 4.3. Условные обозначения швов сварных соединений по ГОСТ 2.312-72:

- 1 – знак монтажного шва; 2 – знак шва по замкнутому контуру;
- 3 – номер стандарта на типы и конструктивные элементы швов;
- 4 – буквенно-цифровое обозначение шва; 5 – знаки "дефис";
- 6 – обозначение способа сварки; 7 – знак и размер катета в угловых, тавровых и нахлесточных швах; 8 – вспомогательные знаки (знак ставится при сварке по незамкнутому контуру).

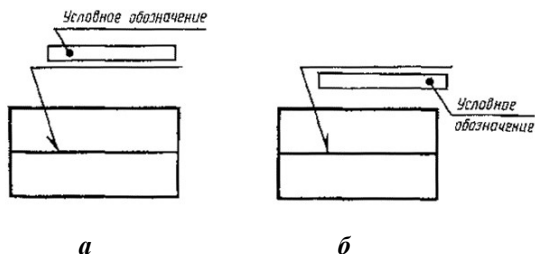


Рис. 4.4. Условное обозначение сварного шва:

а – с видимой стороны шва; *б* – с обратной стороны шва

При наличии на чертеже одинаковых сварных швов обозначение наносят на одном из них, а от изображений остальных одинаковых швов проводят линии-выноски с полками (рис. 4.5).

Всем одинаковым швам на чертеже присваивают один порядковый номер, который наносят:

- на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением шва (рис. 4.5,*а*);
- на полке линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с видимой стороны (рис. 4.5,*б*);

- под полкой линии-выноски, проведенной от изображения шва, не имеющего обозначения, с обратной стороны (рис. 4.5,в).

Число одинаковых сварных швов допускается указывать на линии-выноске, имеющей полку с нанесенным обозначением (см. рис. 4.5,а).

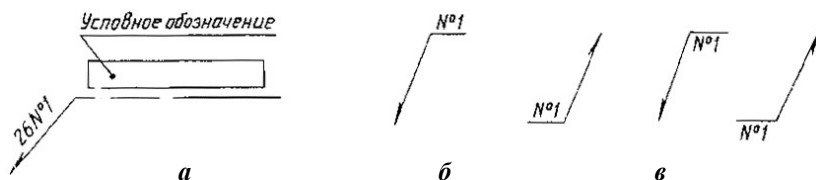


Рис. 4.5. Обозначения сварных швов

Условные обозначения наиболее распространенных типов сварных соединений и способов сварки:

С – стыковое (например С8 или С15);

У – угловое (например У7);

Т – тавровое (например Т3 или Т11);

Н – нахлесточное (например Н2);

Р – ручная сварка;

АФ – автоматическая сварка "на весу" под флюсом;

АФр – то же с ручной подваркой;

АФф – автоматическая под флюсом и на флюсовой подушке;

АФм – автоматическая под флюсом и на флюсомедной подкладке;

АФо – автоматическая под флюсом и на остающейся подкладке;

АФп – автоматическая на медном ползуне;

ПФ – полуавтоматическая "на весу" под флюсом;

ПФр – то же с ручной подваркой;

ПФо – полуавтоматическая под флюсом на остающейся подкладке;

УП – полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в углекислом газе и его смеси с аргоном;

УПр – полуавтоматическая сварка в углекислом газе плавящимся электродом с ручной подваркой;

АФш и ПФш – автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом с предварительным наложением подварочного шва соответственно;

АФк и ПФк – автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом с предварительной подваркой корня шва соответственно.

Согласно ГОСТ 8713–79 предварительная подварка корня шва и наложение подварочного шва может быть выполнено любым способом дуговой сварки с соблюдением требований к конструктивным элементам швов для выбранного способа сварки.

Наиболее распространенные соединения и их элементы а также рекомендуемые сварные швы приведены в Приложениях 1–6.

При выполнении стыковых соединений деталей разной толщины, если разность толщин превышает значения, указанные в табл. 4.11, на детали с большей толщиной должен быть сделан скос (ласка) с одной или двух сторон (рис. 4.6) до толщины детали с меньшей толщиной. При этом конструктивные элементы подготовленных кромок и размеры сварного шва следует выбирать по меньшей толщине.

Таблица 4.11. Назначение скоса кромок

Толщина детали с меньшей толщиной, мм	Разность толщин деталей, мм
2...3	1
4...30	2
31...40	4
свыше 40	6

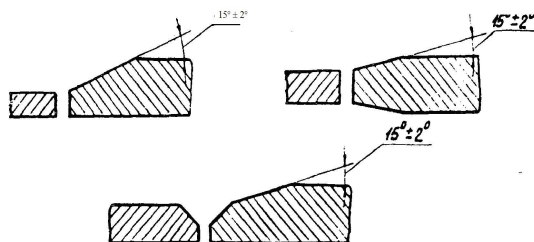


Рис. 4.6. Скос кромок при сварке деталей разной толщины

4.5. Дефекты и контроль качества сварных швов

4.5.1. Дефекты сварных швов

При изготовлении сварных корпусных конструкций неизбежно возникают какие-либо технологические погрешности и дефекты. Если они не выходят за пределы установленных величин и не отражаются на качестве продукции, их относят к технологическим погрешностям. Если они снижают эксплуатационные качества и надежность конструкции, их относят к дефектам.

Погрешности относятся, в основном, к форме и размерам конструкций, а дефекты – к внутреннему строению и составу металла в зоне сварных швов и вне ее. Наиболее часто в судостроении встречаются наружные и внутренние дефекты сварных соединений. Наружные и внутренние дефекты сварных соединений стандартизированы в ГОСТ 19232–73.

К наружным дефектам относятся:

 неравномерность размеров сечений швов по длине (ширина, утолщение, бугристость, чешуйчатость);

 смещение продольной оси швов от их теоретического положения; пропуски некоторых участков на непрерывных швах;

 наплывы металла швов;

 незаваренные кратеры;

подрезы основного металла по краям швов;
прожоги;
наружные трещины;
наружные поры и свищи;
протечи металла с обратной стороны швов;
непровары на односторонних швах, наблюдаемые с обратной стороны. Выявление наружных дефектов производится внешним осмотром и обмером швов.

Внутренними дефектами являются (рис. 4.7):

поры;
шлаковые и металлические включения;
непровары;
несплавления;
внутренние трещины и др.

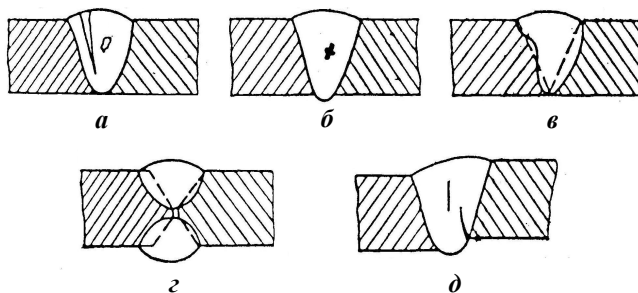


Рис. 4.7. Виды внутренних дефектов сварных швов:

a – поры и свищи; *б* – шлаковые включения;
в – несплавление; *г* – непровар; *д* – трещины

Внутренние дефекты выявляются с помощью физических методов контроля: рентгено- и гаммаграфирования, ультразвукового контроля.

Дефекты, создающие сквозную несплошность шва (пропуски шва, сквозные непровары и трещины, прожоги), могут

быть выявлены испытаниями на непроницаемость и герметичность в соответствии с ГОСТ 3285–77.

4.5.2. Контроль качества швов сварных соединений

Контроль качества и приемка швов сварных соединений производится в соответствии с ГОСТ 3242–69 и действующими в судостроении инструкциями.

Пооперационный контроль является основным и решающим видом контроля, так как при надлежащей его организации может быть выявлена и устранена большая часть причин, приводящих к появлению дефектов в отдельных соединениях и в конструкции в целом. Однако, учитывая большое число элементов, узлов, секций и отдельных швов, входящих в судовой корпус, а также многообразие технологических процессов и операций, пооперационный контроль рекомендуется дополнить еще выборочной проверкой законченных узлов и конструкций. Сведения о том, какие дефекты следует считать недопустимыми в каждом конкретном случае должны быть записаны в технических условиях приемки или в документах на данную конструкцию.

Внешнему осмотру подвергаются заготовки, их сборка и разделка кромок под сварку; в процессе сварки проверяется правильность и последовательность наложения прихваток и швов, после сварки — готовые швы. Внешний осмотр совмещается с промером швов измерительными инструментами во всех сварных изделиях и конструкциях, независимо от их назначения.

В заготовке проверяются чистота кромок, отсутствие ржавчины, заусенцев, вмятин, закатов, расслоений.

При сборке контролируются зазоры, притупления, углы скоса кромок, правильная расстановка прихваток, правильное закрепление свариваемых деталей в кондукторах и приспособлениях.

В процессе сварки контролируется последовательность сварки в соответствии с технологическим процессом; отдельные швы в конструкции и отдельные слои в многослойном шве. Одновременно ведется наблюдение за режимом сварки при помощи измерительных приборов на сварочных машинах и аппаратах.

Внешний осмотр готового сварного соединения производится после зачистки швов от шлака, брызг и других загрязнений. Невооруженным глазом или через дугу с трехкратным увеличением в сварных швах выявляются наружные трещины, поры, подрезы, наплывы. Определение границ трещин производится травлением. Правильность оценки величины дефектов, выявленных при наружном осмотре, может подтверждаться другими методами контроля: рентгено- или гаммаграфированием, ультразвуковой дефектоскопией. Швы измеряют с помощью универсальных шаблонов.

Испытания на непроницаемость и герметичность производятся в соответствии с ГОСТ 3285–77 после внешнего осмотра как для промежуточного контроля, так и для сдачи готовой продукции.

В секциях испытания на непроницаемость производят с помощью керосина или воздухом. В первом случае сварной шов с одной стороны обмазывается меловым раствором. После высыхания мелового покрытия обратная сторона шва обильно смачивается керосином и выдерживается определенное время. Время выдержки под действием керосина зависит от толщины свариваемого металла и положения шва в пространстве. Для вертикального и горизонтального положения время выдержки увеличивается в полтора раза, а для двусторонних швов – в два раза. Неплотности шва выявляются по появлению жирных бурых пятен керосина на меловой обмазке. Дефектные участки шва вырубают и заваривают, предварительно смыв керосин в целях пожарной безопасности.

При испытании воздухом сварные швы смазывают мыльным раствором. Шов обдувается воздушной струей, подающейся под давлением не менее 0,4 МПа перпендикулярно шву на расстоянии не более 30 мм от конца шланга. Неплотности определяются по появлению мыльных пузырей на шве.

Более эффективным и простым из указанных двух методов является испытание с помощью керосина.

В настоящее время вместо керосина используют специальную флуоресцентную жидкость, а неплотности выявляют с помощью лампы с ультрафиолетовым излучением. Это позволяет снизить трудоемкость работ и повысить их безопасность, так как нет необходимости смазывать швы меловым раствором и не использовать пожароопасный керосин.

Дефекты, которые не обнаруживаются вышеприведенными методами, выявляются с помощью физических методов контроля – рентгено- и гаммаграфированием, ультразвуковой дефектоскопией. Вследствие большой протяженности сварных швов, рентгено- и гаммаграфированию подвергаются лишь наиболее ответственные и напряженные соединения.

Для разных конструктивных узлов корпуса судна предусмотрена выборочная система рентгено- или гаммаграфирования сварных швов в процентах от длины стыковых швов отдельных конструкций. Например, по верхней палубе и днищу на судах длиной более 80 м в средней части корпуса объем просвечивания монтажных швов установлен 10 % от их протяженности, а в секционных швах – 2,5 %. По стыкам ширестрека требуется выполнять один снимок на каждый стык.

Количество швов, подлежащих просвечиванию, для остальных конструкций днищевой секций не регламентируется, но просвечивание может быть потребовано в выборочном порядке.

На судостроительных заводах рентгеновский контроль осуществляется с помощью переносных аппаратов (с на-

пряжением на трубке в пределах 70...200 кВ), предназначенных для просвечивания металла толщиной до 50...60 мм. Громозкость аппаратуры затрудняет проведение рентгенографирования. Поэтому более часто применяют контроль гамма-лучами искусственных радиоактивных изотопов. Источники гамма-лучей помещают в защитные контейнеры, заполненные свинцом или сплавом свинца толщиной около 50 мм, которые обеспечивают защиту персонала от гамма-излучения и удобны для переноски.

Результаты контроля швов рентгено- и гаммаграфированием оцениваются баллами в зависимости от вида и количества обнаруженных на снимках дефектов. Для оценки качества сварных швов принята трехбалльная система.

Балл 3 – в шве не обнаруживаются внутренние дефекты или имеются отдельные газовые включения размером до 0,1 толщины шва, но не более 2 мм; отдельные шлаковые включения до 0,3 толщины шва, но не более 3 мм и площадью каждое не более 5 мм².

Балл 2 – в шве имеются только:

отдельные газовые и металлические включения размером каждое до 0,1 толщины шва, но не более 2 мм;

отдельные шлаковые включения, протяженностью каждое до 0,3 толщины шва, но не более 5 мм и площадью каждое до 15 мм²;

цепочки газовых, металлических и шлаковых включений не сплошного характера протяжения не более 10 % длины шва, при размере отдельных дефектов в цепочке не более указанных выше;

местные скопления газовых, металлических или шлаковых включений не сплошного характера на участке шва длиной не более 15 мм при размерах отдельных дефектов не более указанных выше.

Суммарная протяженность всех указанных дефектов не должна превышать 10 % длины участка, подвергающегося контролю.

Балл 1 – в шве имеется какой-либо из дефектов: несплавление, непровар, внутренняя трещина или количество пор, шлаковых и неметаллических включений превышает указанное для балла 2.

Устранение дефектов, оцениваемых баллом 1, является обязательным, а баллами 2 и 3 – в зависимости от важности сварного соединения и требования технологического докумен- тации.

Ультразвуковой контроль обладает значительными пре- имуществами перед рентгено- и гаммаграфированием по своей простоте и дешевизне и проводится в соответствии с ГОСТ 14782–76.

Для контроля сварных швов используются импульсные ультразвуковые дефектоскопы, работающие от сети с напря- жением 110, 127 и 220 В и позволяющие определить глубину залегания дефекта площадью свыше 8 мм² на глубине зале- гания 4 мм и более.

Кроме рассмотренных испытаний, образцы сварного шва и металла в прилегающей зоне могут подвергаться испытаниям на растяжение, статический и ударный изгиб, на твердость, действие переменных нагрузок, а также металлографическим исследованиям и коррозионным испытаниям. Так как эти испытания не являются обязательными, в настоящем посо- бии они не рассматриваются.

4.6. Сварочное оборудование

4.6.1. Источники питания сварочной дуги

Различают источники питания постоянного и перемен- ного тока. Источниками постоянного тока являются сварочные

преобразователи и выпрямители, а источниками переменного тока – сварочные трансформаторы. Источники тока могут быть многопостовые и однопостовые. Каждый из них рассчитан на определенное номинальное рабочее напряжение и соответствующий номинальный ток при заданной относительной продолжительности работы (ПР) или относительной продолжительности включения (ПВ) в прерывистом режиме.

4.6.2. Оборудование для автоматической и полуавтоматической сварки

Сварка в среде защитных газов плавящимся электродом может выполняться автоматами и полуавтоматами. При этом автоматическая сварка для изготовления стальных секций применяется редко. Полуавтоматами выполняется сварка стыковых и угловых соединений в любом пространственном положении.

Сварочные установки для автоматической и полуавтоматической сварки бывают стационарными и переносными. В судостроении применяют в основном самоходные сварочные тракторы.

Сварочная установка состоит из следующих частей:

- источника питания сварочной цепи;
- шкафа управления, в котором размещены источники питания двигателей автомата, электромагнитный выключатель, иногда здесь же расположены приборы;
- устройства для зажигания дуги и подачи проволоки (сварочная головка);
- самоходной каретки, служащей для перемещения сварочной головки вдоль сварного соединения и на которой, кроме того, размещены кассета с запасом проволоки;
- пульта управления;
- при сварке под флюсом – бункера с флюсом.

При полуавтоматической сварке каретка отсутствует, а кассета размещается на устройстве для подачи проволоки в дугу (подающий механизм). При полуавтоматической сварке проволока от подающего механизма к месту сварки поступает по гибкому шлангу, который заканчивается сварочным инструментом – держателем.

Существуют сварочные головки двух типов: автоматически изменяющие скорость подачи электродной проволоки с целью восстановления заданной длины дуги (напряжения); подающие электродную проволоку в дугу с постоянной скоростью, независимо от колебаний длины дуги.

Для автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом применяют перечисленное ниже оборудование, основные технические данные которого приведены в табл. 4.12 и 4.13.

Автоматы АДС-1000-2 и АДС-1000-3 – универсальные, предназначены для сварки швов стыковых и тавровых соединений стальных листов толщиной до 30 мм. Скорость подачи электродной проволоки зависит от напряжения на дуге.

Автомат ТС-17-МУ – универсальный, для сварки стыковых и угловых соединений. Подача проволоки постоянная.

Автомат АСУ-5 – специализированный, для сварки тавровых соединений наклонным электродом (наклон – до 40°) при высоте стенки более 40 мм. Он может использоваться и для сварки стыковых соединений. Подача проволоки постоянная. Автомат применяется для приварки набора к полотнищам в секциях бортов, днища, палуб, переборок.

Автомат ТС-32 – специализированный, для сварки стыковых соединений металла толщиной 3...12 мм на скользящем медном ползуне, который принудительно формирует обратный шов. Подача проволоки постоянная.

Автомат ДТС-38 – специализированный, двухдуговой, для сварки стыковых и угловых (при положении "в лодочку") соединений, с разделкой и без разделки кромок, с зазором и без зазора при толщине свариваемых деталей более 20 мм. Скорость подачи проволоки постоянная.

Автомат АДС-1000-2У – для сварки стыковых соединений из сталей толщиной более 6 мм.

Автомат АСУ-6У – для сварки прямолинейных, криволинейных и кольцевых швов тавровых соединений. Минимальный радиус свариваемых конструкций 1500 мм.

Полуавтомат ПШ-5 – для сварки стыковых швов полотнищ секций с криволинейной поверхностью, для приварки набора к обшивке.

Полуавтомат ПШ-54 – для сварки стыковых, тавровых и нахлесточных соединений. Его целесообразно использовать для сварки тавровых соединений постоянным током на стадии предварительной сборки, когда отсутствует необходимость в частых перемещениях подающего механизма.

Полуавтомат ШШГ-500-1 – для сварки стыковых и тавровых соединений во всех пространственных положениях на повышенных режимах. Имеет две горелки: первая – для сварки электродной проволокой диаметром 0,8; 1,0; 1,2 мм на токе 150 А, вторая – для сварки электродной проволокой диаметром 1,6 и 2,0 мм на токе до 500 А.

Полуавтомат А-537 – для сварки различных видов соединений из стали толщиной 3 мм и более. Целесообразно использовать для сварки в нижнем положении на повышенных режимах, когда отсутствует необходимость в частых перемещениях подающего механизма.

Полуавтомат "Гранит-2" – для сварки во всех пространственных положениях.

Сварочный пост "Нева-2" – для сварки во всех пространственных положениях при температуре окружающего воздуха

от +5 до +35°C и относительной влажности не более 80 %. Состоит из контейнера, внутри которого размещены полуавтомат "Гранит- 2" и выпрямитель ВС-500.

Полуавтомат ПДГ-301 – для сварки стыковых и угловых соединений во всех пространственных положениях и труднодоступных местах.

Полуавтомат "Спутник -2" – малогабаритный, предназначен для сварки угловых и стыковых соединений в труднодоступных и стесненных местах, когда требуется частая перенастройка режимов сварки.

Основные технические данные оборудования представлены в табл. 4.14.

Таблица 4.12. Основные технические характеристики сварочных тракторов

Характеристика	Тип сварочного трактора									
	“Зенит УХЛ4”	“Зенит ДПГ УХЛ4”	АСУ-5У3	АДС-1000-3	АДС-1000-2	ТС-17-МУ	АДФ-500	АСУ-5	ДТС-38	ТС-32
Диаметр электродной проволоки, мм	3...6	3...6	2...3	3...6	3...6	1,6...5	6...2,5	2...5	2...5	2...5
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	—	—	2...12	0,5...2	0,5...2	0,9...6,7	1,5...16	1,5...6	1,5...6	1,4...2
Скорость сварки, м/ч	10...70	10...70	12...60	15...70	15...70	16...126	15...70	10...45	11,2...112	24...50
Сила сварочного тока, А	1000	1000	800	300...1000	400...1200	200...1000	150...500	250...750	До 1000	До 900
Род тока	—	—	Постоянный	Переменный	Постоянный или переменный	Постоянный	Постоянный	Постоянный	Постоянный	Постоянный
Номинальное напряжение питающей сети 50 гц: шкафа управления источника питания	—	—	220 380	220 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380	220 или 380
Радиус действия от шкафа управления, м	—	—	30	30	30	30	30	30	30	30

Продолж. табл. 4.12

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Радиус действия от шкафа управления, м	—	—	30							
Объем бункера для флоса, дм ³	—	—	2,5							
Масса электродной проволоки в кассете, кг	—	—	5							
Габаритные размеры, мм: трактор шкафа управления	—	—	1050×370×290 900×780×530							
Масса, кг: трактор шкафа управления	—	—	33 150							

Таблица 4.13. Основные технические характеристики сварочных полуавтоматов для сварки под флюсом

Характеристика	Тип полуавтомата		
	"Гранит-Ф5У3"	ПШ-5	ПШ-54
Диаметр электрода, мм	1,8...3	1,6...2	1,6...2
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин	2...12	1,3...10	1,6...2
Сила сварочного тока, А	200...500	125...500	100...500
Радиус действия сварочной горелки относительно источника тока ВДУ 506УЗ, м	15		
Радиус действия сварочной горелки относительно блока подачи проволоки, м	3,0		
Габаритные размеры, мм: – блока подачи проволоки – блока управления	540×315×330 300×260×170		
Масса, кг: – блока подачи проволоки – сварочной горелки с бункером для флюса – полуавтомата в комплекте	18 1,0 540		
Способ подачи флюса	Постоянный из воронки		

146 Таблица 4.14. Основные технические характеристики автоматов и полуавтоматов для сварки в защитных газах

	Тип автоматов или полуавтоматов									
	ПСС-201УЗ	«Гранит 3УЗ»	«Гранит 3ПМ»	«Гранит-2» и «Нева-2»	ПДПГ-500-1	А-937	ПДГ-301	«Спутник-2»	АДС-1000-2У	АСУ-6У
Характеристика										
Диаметр электродной проволоки, мм	1,0...1,2	1,0...1,6	2,0...3,0	0,8...1,6	0,8...2	1,6...2	0,8...1,2	0,8...1	1,6...4	1,6...2
Номинальный сварочный ток, А	200	400	400	250 и 400	500	500	300	200	до 1000	750
Скорость сварки, м/мин	—	—	—	—	—	—	—	—	15...70	13...50
Диапазон регулирования сварочного тока, А	90...270	—	120...400	до 400	60...500	100...500	60...300	50...200	—	—
Напряжение питающего тока, В	380	380	380	380	220 или 380	380	220 или 380	220	380	220

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Длина гибкого шланга / радиус действия относительно шкафа управления, м	–	2,5/33	–/30	до 33	3...4	3,5	–	–	25	25
Габаритные размеры, мм: механизма подачи блока управления	–	470×250× ×130 375×260× ×170	480×400× ×200 375×260× ×170							
Скорость подачи сварочной проволоки, м/ч	140...770	120...960	120...600							
Расход защитного газа, л/мин	6...9	8...20	0							

Продолж. табл. 4.14

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Масса, кг: подающего механизма блока управления электродной проволоки в кассете свароч- ной горелки без проводов и шлангов: – ГС-250 – ГС-400	5,5 8,5 – – –	9,2 18,0 6,0 0,45 0,55	– 18 5 – –							
Род свароч- ного тока	Постоянный									



ГЛАВА 5

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ПРОВЕРОЧНЫЕ И КОНТУРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ

5.1. Требования к качеству корпусных конструкций

При проверке качества корпусных конструкций должны быть соблюдены следующие требования к узлам и секциям корпуса судна, а также к оснастке, необходимой для их изготовления (см. табл. 5.1–5.4).

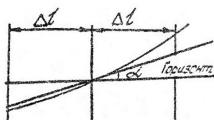
Таблица 5.1. Проверяемые параметры, допускаемые отклонения и методические указания по проверке сборочно-сварочной оснастки для сборки узлов

Тип сборочно-сварочной оснастки или оборудования	Проверяемый параметр и краткие методические указания	Допускаемые отклонения
1	2	3
Станки для сборки и сварки балок типа: МИБ-700, СКТ-12-I, СТУ и др.	Правильность установки стенки относительно пояска Угол между пояском и стенкой	$\pm 2\text{мм}$ 2°
Агрегат для установки и обжатия набора типа: УН-2,5, МНС-10, АС-10 и др.	Угол установки набора	2°

Продолж. табл. 5.1

1	2	3
Стенды	Горизонтальность, где l – длина (ширина) стенда. Проверять с помощью шлангового уровня, теодолита или нивелира	$1/100l$, но не более 8мм
	Плоскостность рабочей поверхности на базе до 3 м проверять шергенем или ниткой, на базе более 3 м –шланговым уровнем или теодолитом	3мм на 1м, но не более 10мм на длину (ширину) собираемой конструкции
Механизированные стенды для сборки и сварки плоских полотнищ	Плоскостность в районе сборочных и сварочных балок На длине до 2 м проверять линейкой, шергенем или натянутой нитью, на большой длине – шланговым уровнем или теодолитом (нивелиром)	2 мм на 1 м, но не более 10 мм на длину (ширину)
	Плоскостность сборочного стенда	3 мм на 1м, но не более 10 мм на длину (ширину)
	Прямолинейность базовой линии, по которой выравниваются стыковые кромки листов Проверку производить от струны, проходящей через первый и последний фиксаторы стенда и на расстоянии 50...200 мм от нее. Проверка может производиться теодолитом	± 2 мм

Таблица 5.2. Проверяемые параметры, допускаемые отклонения и методические указания по проверке сборочно-сварочной оснастки и оборудования для сварки секции

Тип сборочно-сварочной оснастки или оборудования	Проверяемые параметры	Допускаемые отклонения, мм	Краткие методические указания
1	2	3	4
Стенды	Горизонтальность	$l/1000l$, но не более 8	l – длина (ширина) стенда, мм Горизонтальность проверять при помощи шлангового уровня, теодолитом или нивелиром
	Плоскостность рабочей поверхности	3 на 1м, но не более 10 на длину (ширину) секции	Плоскостность на базе до 3 м проверять шергенем или ниткой, на базе более 3 м – шланговым уровнем или теодолитом
Постели стационарные, в том числе с механизированным подъемом стоек	Положение лекал (стоек) по длине и ширине постели: $\alpha \leq 10^\circ$ $10^\circ < \alpha \leq 20^\circ$ $20^\circ < \alpha \leq 30^\circ$ $\alpha > 30^\circ$	± 10 ± 6 ± 4 ± 2	Проверку лекал (стоек) производить при настройке постелей перед закладкой секции.  α – угол между касательной к наружной обшивке и горизонтом в продольном или в поперечном сечении

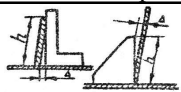
Продолж. табл. 5.2

1	2	3	4
			Δl – допускаемое смещение лекал (стоек) постели относительно теоретического положения Для сплошных лекал проверка производится через каждый метр, для стоечных лекальных сечений – на каждой стойке. Замеры производятся рулеткой от продольных и поперечных вертикальных контрольных плоскостей до верхних рабочих кромок лекал или стоек
	Вертикальность лекал или стоек	± 5	Проверку производить уклонной доской длиной 1 м для лекал в вертикальной продольной плоскости, для стоек – в вертикальной продольной и поперечной плоскостях
	Положение лекал (стоек) по высоте	± 5	Положение лекал по высоте проверять при помощи шлангового уровня или теодолита относительно базовой плоскости постели. Лекала проверять в трех точках: средней и двух крайних, стоечные сечения проверять на каждой стойке
	Форма лекал	± 2	Форму лекал проверять по плазовым шаблонам или ординатам лекальной кромки от контрольной линии

Продолж. табл. 5.2

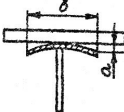
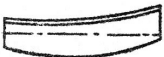
1	2	3	4
	Горизонтальная контрольная линия	± 2	Проверку производить шланговым уровнем или с помощью теодолита по периметру постели с замером по концам или середине пролета рамы (балок) не реже, чем 1 раз в 3 месяца
Постели передвижные	Горизонтальность рельсов или катков для передвижения постели	± 2	Проверку производить шланговым уровнем или теодолитом на базе длины (ширины) постели не реже 1 раза в 3 месяца

Таблица 5.3. Допускаемые отклонения для угловых и тавровых соединений (Δ)

База замера, мм	Допускаемые отклонения, мм	Схема замеров
До 200	2	
Свыше 200	$1/100h$, но не более	

Примечание: для деталей высотой до 200 мм база замера (h) должна равняться высоте детали; для деталей свыше 200 мм базу замера можно уменьшить до $2/3$ высоты, но не менее 200 мм.

Таблица 5.4. Проверяемые параметры, допускаемые отклонения и методика проверки основных типов узлов и секций с монтажными припусками

Типовая конструкция	Проверяемый параметр	Допускаемые отклонения, мм	Краткие методические указания
1	2	3	4
Узлы. Прямолинейные Т-образные и Г-образные балки	Прямолинейность в плоскости стенки и в плоскости пояска	2 на метр длины, но не более 8 на всю длину	Проверять ниткой (шергенем) после сварки и правки. Для Г-образных балок допуск увеличивается на 25%
	Положение пояска относительно стенки в продольном и поперечном направлениях	2	Проверять перед сваркой. Продольное смещение замерять по «чистым» (без припусков) торцевым кромкам, поперечное – от кромки пояска или линии разметки
	Грибовидность пояска a	$2+(\delta/100)$	Проверять после сварки. Линейку (шергенъ) прикладывать таким образом, чтобы зазоры по обеим кромкам пояска были одинаковыми: 
Узлы. Криволинейные Т-образные и Г-образные балки	Форма	2 на метр длины, но не более 10 на всю длину	Проверять после сварки и правки по плазовым шаблонам, по разбивке на стенде или по контрольной линии, нанесенной на детали стенки до сварки с пояском: 

Продолж. табл. 5.4

1	2	3	4
	Положение пояска относительно стенки в продольном и поперечном направлениях	2	Смещение пояска относительно стенки и грибовидность пояска допускаются в пределах норм, установленных для прямолинейных балок. Эти же допускаемые отклонения распространяются на бракеты и кницы с поясками
Днищевой и рамный набор	Длина	± 1 на метр, но не более ± 4 ; ± 4 для блочно-го и -2 для модульного метода постройки	Проверять рулеткой по прямолинейной кромке. Если узел не имеет прямолинейных кромок, длина не проверяется
	Высота узла набора:		
	междудонного	± 3	Допуск на междудонный набор распространяется также на узлы набора двойного борта и коффердамов. Проверяется форма кромок, определяющих обводы наружной обшивки или настила второго дна. Проверять шаблоном, по разбивке на стенде или по данным контуровочных эскизов
	прочего	± 5	
	форма	4 на метр длины	
Плоские полотна	Длина (ширина): до 6 м 10 м свыше 10 м	+4	Длина, ширина и размеры диагоналей проверяются после сборки и сварки полотна одновременно с разметкой сетки набора
		-2	
		+5	
		-2	
		+6	
		-2	

Продолж. табл. 5.4

1	2	3	4
Плоские полотна	Разность фактических диагоналей. Разность диагоналей (для полотнищ несимметричных относительно продольной или поперечной осей). Прямолинейность «чистых» кромок	5 ±8 ±2	Проверять после контуровки и обрезки припуска от контрольной линии, расположенной на расстоянии 50...100 мм от кромки
	Форма «чистых» криволинейных кромок	4	Проверяется аналогично проверки формы днищевого и рамного набора
Плоскостные секции	Длина (ширина) секции, м: до 6 свыше 6 до 10 свыше 10	 ±8 ±10 ±12	Длину и ширину секций проверять после сварки не менее чем в трех точках, совпадающих со средней и крайними балками набора и монтажными кромками
	Разность диагоналей	5	Проверку диагоналей выполнять при разметке контура секции
	Размеры диагоналей для секций несимметричных относительно продольной или поперечной оси, м: до 8 свыше 8 до 15 свыше 15 до 20 свыше 20	±6 ±8 ±10 ±12	
	Изгиб	0,002l, но не более 20 на всю длину (ширину)	

Продолж. табл. 5.4

1	2	3	4
Плоскостные криволинейные секции (днищевые, бортовые и палубные секции с погибью, а также не образующие замкнутых или полузамкнутых объемов)	Длина (ширина), м: до 6 свыше 6 до 10 свыше 10	± 10 ± 12 ± 15	Длину днищевых и палубных секций замерять в ДП и параллельных плоскостях, длину бортовых – в плоскостях ватерлиний. Ширину всех секций замерять в плоскостях шпангоутов. Замеры длины (ширины) должны выполняться после окончания сборки и сварки
	Разность диагоналей, м: до 8 свыше 8 до 15 свыше 15 до 20 свыше 20	± 8 ± 10 ± 12 ± 14	Проверку выполнять после сборки и сварки обшивки при разметке сетки набора по теоретическим размерам диагоналей, приведенным в контуровочном эскизе
	Изгиб: для крупных и средних судов: для малых и мелких судов:	0,002 <i>l</i> , но не более 20 0,002 <i>l</i> , но не более 10	<i>l</i> – длина (ширина) секции
Объемные секции средней части корпуса (ширина и высота на протяжении секции меняется на величину не более 20%)	Длина, м: до 6 свыше 6 до 10 свыше 10 до 16 свыше 16	± 10 ± 12 ± 14 ± 16	Длину проверять в ДП и плоскостях контрольных батоксов или по крайним продольным связям, если они параллельны ДП
	Ширина, м: для крупных и средних судов; для малых судов;	± 20 ± 15	Ширину и высоту объемных днищевых (боковых), бортовых и палубных секций проверять по среднему и крайним шпангоутам
	для малых быстроходных судов	± 5	

Продолж. табл. 5.4

1	2	3	4
Объемные секции средней части корпуса (ширина и высота на протяжении секции меняется на величину не более 20%)	Полуширота днищевых секций: для крупных и средних судов;	± 10	Полушироту замерять не менее чем в трех точках в плоскостях крайних и среднего шпангоута от ДП до точки пересечения скулового (крайнего) стрингера с наружной обшивкой и настилом второго дна
	для малых судов;	± 7	
	для малых быстроходных судов	± 5	
	Высота	± 8	Допуск на высоту относится к бортовым и палубным секциям
	Высота междудонного пространства	$+8$ -3	В междудонном пространстве днищевых секций проверять в ДП и скуловым (крайним) стрингерам
	Продольный и поперечный изгиб	8	Изгиб секции проверять после окончания всех сборочно-сварочных работ

5.2. Методы контроля качества корпусных конструкций

Контроль качества корпусных конструкций и технологической оснастки для их изготовления выполняется при проведении проверочных работ.

К проверочным работам [13] при изготовлении узлов и секций относятся:

- проверка размеров и положения сборочной оснастки (стендов и постелей, см. табл. 5.1 и 5.2);

- разметка полотен, проверка размеров и формы узлов и секций в процессе их изготовления, контуровка секций и нанесение контрольных линий на готовых конструкциях (см. табл. 5.3 и 5.4).

Последовательность разметочных и проверочных работ должна соответствовать работам по сборке и сварке узлов и секций и указываться в технологическом процессе одновременно с операциями по сборке и сварке.

Для каждой технологической операции сборки и сварки конструкции необходимо определить: перечень проверок и применяемые для проверки инструменты и приспособления, а также величины допускаемых отклонений на проверяемые элементы.

В табл. 5.3 и 5.4 приведен перечень разметочных и проверочных работ, даны рекомендации по их выполнению, указаны величины допускаемых отклонений. Из этого перечня следует выбрать необходимые пункты с учетом конструктивных и технологических особенностей собираемого узла или секции и включить в разрабатываемый технологический процесс сборки и сварки.

Отклонение контрольных линий от их теоретического положения не должно превышать 2 мм.

Допускаемые отклонения на положение линий разметки должны быть:

- на плоскостных конструкциях ± 1 мм;
- на криволинейных конструкциях ± 2 мм.

Смещение корпусных деталей и деталей насыщения от линий разметки не должно превышать 2 мм.

Несовпадение внутрисекционных стыков и пазов обшивки (настилов) допускается не более 20 мм. Несовпадение деталей, разделенных листом (например, флоры левого и правого борта у вертикального киля), не должно превышать

половины толщины деталей. При деталях разной толщины в расчет принимается меньшая толщина.

Зазор между обшивкой криволинейных секций и лекалами постели в процессе сборки допускается, не более 4 мм по контуру и 8 мм в остальных местах. При сборке под сварку угловых соединений (стенка с пояском, набор с обшивкой и т.п.) отклонение деталей от их плазового положения не должно превышать величин, указанных в табл. 5.3.

При сборке узлов и секций производится проверка соответствующих параметров, отклонения которых не должны превышать величин, указанных в табл. 5.4.

5.3. Контуровочные работы

Контуровкой называют совокупность операций разметки, нанесения припусков и обработки контура секции. Для выполнения операций разметки и обработки контура секции любым методом плаз разрабатывает контуровочный эскиз.

Разметку контура секции выполняют по плазовым эскизам, по контуровочным площадкам, по постелям или с помощью оптических приборов после окончания всех сборочных и сварочных работ. Перед этим, при необходимости, секцию правят и освобождают от креплений к стенду или постели.

Контуровку по плазовым эскизам применяют для плоскостных секций. Порядок выполнения работ следующий: готовую секцию укладывают на ровную площадку, на полотнище секции согласно эскизу наносят взаимно перпендикулярные контрольные линии, от них – контур полотнища, а затем линии контура секции по набору.

На расстоянии 50...100 мм внутрь от контура секции наносят контрольные линии контура. Полученные точки соединяют с помощью нитки или гибкой рейки и накернивают.

Секцию маркируют: наносят номер заказа, секции, чертежа, номера шпангоутов и расположения секции на судне – "Нос", "Корма", "Верх", "Низ" и т.д., наносят надписи на контрольных линиях, указывая размер от базовых линий на судне. Маркировку секции обводят краской. После окончания сборочных, сварочных работ и проверки контура секции обрезают ее кромки с учетом монтажного припуска, если он предусмотрен. После перекантовки секции контрольные линии переносят на наружную сторону, наносят положение теоретических линий среднего и крайних шпангоутов, а также базовые линии (ДП, мидель и др.).

Контуровку по контуровочным площадкам применяют для плоскостных секций. Сущность метода заключается в следующем. Контуровочная площадка представляет собой плоский горизонтальный стенд с размеченной сеткой из взаимно перпендикулярных линий. Плоскостную секцию совмещают по базовым линиям с двумя взаимно перпендикулярными линиями на площадке. Секцию закрепляют к площадке и от базовых линий на площадке откладывают соответствующие размеры контура секции по данным контуровочного эскиза. Полученные точки соединяют с помощью нитки или гибкой рейки и накернивают. Порядок выполнения остального объема контуровочных работ аналогичен контуровке по плазовым эскизам.

Контуровку по плоскостям применяют для полуобъемных секций с криволинейными обводами. По контрольным линиям, нанесенным на постели с помощью стеклиней и отвесов, наносят на секции точки ее контрольной линии. Полученные точки соединяют с помощью нитки или гибкой рейки. Таким же образом строят и линии шпангоутов.

После окончания сборочных, сварочных и проверочных работ секцию освобождают от креплений к постели,

совмещают осевые контрольные линии, нанесенные на постели и на секции. Переносят точки монтажных стыков и пазов с постели на обшивку. Поперечные кромки размечают от линий крайних лекал постели. Соединив полученные точки с помощью нитки или гибкой рейки, получают контур секции. Затем производят проверку контура по размерам растяжек, рисками, вынесенным на лекалах постели. Проверяют общую длину секции по пазам и контрольной линии.

Порядок выполнения остального объема контуровочных работ аналогичен процессу контуровки по плазовым эскизам.

Контуровку с помощью оптических приборов выполняют для всех типов секций. При этом методе используют нивелиры, теодолиты, специально оборудованные стенды. Стенды имеют опорные устройства для контуруемой секции и забетонированные стойки с нанесенными базовыми плоскостями. С помощью оптических приборов на основании данных контуровочного эскиза производят полную разметку всех элементов секции, включая ее контур.

Описание контуровки секций приведено в работе [1].



ГЛАВА 6

НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА СУДНА

Под трудоемкостью понимают затраты труда производственных рабочих на изготовление узла, корпусной конструкции или судна в целом. Измеряют ее в нормо-часах (н-ч) или человеко-часах (ч-ч). В практике отечественного судостроения трудоемкость используют при нормировании работ по отдельным технологическим процессам и оформлении рабочих нарядов, разработки графиков выполнения работ и др.

Трудоемкость отдельных технологических процессов определяют на основе рабочих чертежей с использованием укрупненных трудовых нормативов или рассчитывают по отдельным операциям, входящим в заданный технологический процесс.

В первом случае технологическую трудоемкость определяют с использованием ее удельных значений, в качестве которых могут быть трудоемкость, приходящаяся на единицу массы конструкции (например, на 1 т, при изготовлении узлов и секций), на единицу площади конструкции (например, при нанесении изоляции или окраске помещений).

Во втором случае при определении трудоемкости используют техническое нормирование. Под техническим нормированием понимают определение затрат рабочего времени, то есть нормы времени на выполнение операций технологического процесса в определенных производственных условиях.

В табл. 6.1–6.2 приведены расчетные формулы и табличные данные для определения норм времени на различные виды работ при изготовлении узлов и секций корпуса судна.

Таблица 6.1. Нормы времени на сборку плоских полотнищ на линии ЭСАБ

Толщина листов, мм, не более	Длина стыка, м, не более						
	4	6	8	10	12	14	16
	Время на один стык соединения, н-ч						
10	0,75	1,07	1,42	1,74	2,06	2,38	2,70
12	0,77	1,10	1,45	1,78	2,10	2,44	2,76
16	0,81	1,16	1,52	1,86	2,20	2,56	2,90
20	0,83	1,20	1,55	1,90	2,25	2,62	2,96
24	0,85	1,23	1,60	1,96	2,32	2,68	3,00
28	0,87	1,26	1,64	2,00	2,38	2,74	3,10
32	0,89	1,30	1,68	2,05	2,44	2,80	3,16
36	0,91	1,33	1,72	2,10	2,50	2,86	3,22
40	0,93	1,36	1,76	2,15	2,55	2,97	3,30
46	0,95	1,40	1,80	2,20	2,60	3,00	3,40

Таблица 6.2. Нормы времени на сборку узлов и секций корпуса судна

Название технологической операции	Расчетная формула	Условные обозначения и единицы измерения	Значения поправочных коэффициентов
1	2	3	4
Сборка плоских полотнощиз листов	На плите $T=0,0044(S-6)+0,25$; на магнитном стенде с флюсовыми подушками $T=0,0033(S-6)+0,187$; на стенде $T=0,0035(S-6)+0,32$; на 1м соединения на линии ЭСАБ (см. табл.6.2)	S – толщина листов, мм	Сборка полотнощ толщиной 4...10 мм с использованием магнитного прижима для стыковки кромок...0,90 Сборка узлов (вертикальный киль, стрингер и т.п.).....1,20 Сборка полотнощ под сварку с обратным формированием: шва.....1,15 с криволинейными кромками.....1,20
Сборка и сварка узлов тавровых балок на станке СТС	$T=(0,07H+0,27)(0,0156S+0,53)$ на 1м соединения	H – высота стенки, м; S – толщина, мм	Для узлов прямолнейных тавровых балок....0,90
Комплектация, разметка и зачистка кромок деталей таврового набора, изготовляемого на линии МИБ-700 или станке СКТ	См. табл. 6.3		
Установка деталей в кассеты для линии МИБ-700	См. табл. 6.4		

Продолж. табл. 6.2

1	2	3	4
Сборка и сварка тавровых балок на линии МИБ-700	См. табл. 6.5		С вырезами под набор...1,10 Несимметричных.....1,10 Со скосом пояска.....1,05
Формирование криволинейных тавровых балок на СКТ	См. табл. 6.6		
Формирование прямолинейных тавровых балок на СКТ	См. табл. 6.7		
Сварка тавровых балок на СКТ	См. табл. 6.8		
Сборка узлов тавровых балок на стенде	$T=(0,19H+0,26)(0,0143S+0,58)$ на 1м соединения	H – высота стенки, м; S – толщина, мм	Криволинейные с изгибом более 150 мм.....1,20 Поясок со сломом...1,20 В устройстве.....0,80 Прямолинейные тавровые балки.....0,80
Установка поясков (р.ж.) по контуру выреза	Круглого или эллиптического: $T=(0,0076S+0,32)(0,9B+0,45)$ Прямоугольного: $T=(0,0056S+0,3)(0,9B+0,5)$ на 1м соединения	B – ширина пояска, м; S – толщина, мм	Поясок состоит из четырех частей.....1,20

1	2	3	4
Установка листа или полотнища	На плиту-стенд: $T=(0,087P+0,02)(0,0112S+0,44)$ На постель с изгибом в одном направлении или наклоном: $T=(0,69P+0,2)(0,0112S+0,44)$ на одно полотнище или лист	P – полупери- метр листа или полотнища, м; S – толщина, мм	Полотнище с набором.....1,15
Установка и провер- ка специализиро- ванной постели	Установка и проверка постели: $T=0,002P^2+0,32P+2,5$ на одну постель Проверка обводов лекал: $T=0,25P-0,31$ на одно лекало	P – сумма трех основных раз- меров постели, м	С использованием оптических приборов.....0,80 Секции оконечностей - носа или кормы.....1,50
Сборка полотнищ с изгибом на постели	$T=0,006(S-6)+0,27$ на 1 м соединения	S – толщина, мм	С изгибом более 100 мм.....1,20 Прижатие листов к лекалам постели.....0,57 Изгиб постели в двух направлениях.....1,20
Сварка листов полотнищ	См. табл. 6.14-6.22		
Разметка мест установки набора	См. табл. 6.9		С использованием шпангового уровня.....1,15 С помощью отвеса.....1,40 Криволинейных линий.....1,30 Линий длиной менее: 10 м.....1,20 20 м.....1,10

Продолж. табл. 6.2

1	2	3	4
Разметка полотноща под набор на линии ЭСАБ	См. табл. 6.10		
Защитка кромок деталей и мест установки набора на линии ЭСАБ	См. табл. 6.11		
Установка на полотнище набора полосового или лосового профиля	Для симметричного полособульба $T=0,00447N+0,088$; для полосы $N=0,1H$ на 1м соединения	N – номер несимметричного поло собульба; H – высота профиля, мм	Использование магнитного прижима.....0,90 Полосовой набор... 0,90 Симметричный полособульба...1,10 Изгиб полотнища, на которое устанавливается набор в одном направлении.....1,20 в двух направлениях.....1,40
Установка набора таврового профиля на полотнище	$T=(0,215H+0,17)(0,015S+0,92)$ на 1м соединения	H – высота набора, м; S – толщина стен-ки набора, мм	С пересечением установленного набора.....1,20 С зазором между выставленным набором.....1,15
Установка и приварка набора на линии ЭСАБ	Табл. 6.12		Несимметричный набор.....1,10 Сварка тремя сварочными головками.....0,80 Сварка одной сварочной головкой.....1,50 Установка набора вручную.....1,20

1	2	3	4
Установка деталей и узлов высокого набора (флоры, стрингеры, бракетты, кницы и т.п.)	$T = \frac{(0,191H + 0,346) \cdot 100}{100 - S}$ на 1м соединения	H – высота набора, м; S – толщина стенки набора, мм	Без ребер жесткости на наборе.....0,90 Предварительно собранные между собой детали и узлы набора.....1,50 Без пересечения установленного набора.....0,85 С пересечением набора.....1,10
Установка книц, бракет и аналогичных деталей	$T = e^{-2,554+0,045S+0,0555P}$ на 1 деталь	e – число Непера ($e=2,718$); P – полупериметр детали, м; S – толщина детали, мм	Установка: одной кромкой.....0,70 тремя кромками.....1,20 четырьмя.....1,30 С вырезами для выставленного набора.....1,20 В объемных секциях.....1,20 Установка внахлестку без разметки..... 0,80
Установка и протаскивание набора через вырезы в рамном наборе	Полособульбовый профиль $T=0,011N+0,21$ Т-образный или Г-образный профиль $T=0,94H+0,25$ на 1 деталь	N – номер профиля; H – высота набора, м	Вырезы имеют контур профиля..... 1,20 Протаскивание через: 2-3 выреза.....1,20

Продолж. табл. 6.2

1	2	3	4
			4-5 вырезов..... 1,30 6-8 вырезов..... 1,40 Установка набора в широкий вырез с прижатием только к набору: полособульбовый профиль...0,34 Т-образный и Г-образный профиль0,40
Установка гнутых листов на установленный набор секции	Соединение кромок листов $T=0,007(S-6)+0,28$ на I м соединения Установка и прижатие листов к набору $T=0,083(S-6)+0,34$ на I м соединения	S – толщина листов, мм	Для листов сложной кривизны.....1,20
Установка полотнищ на выставленный набор секции	$T=0,625-0,003S-0,272H+0,00029S^2+0,07H^2$ на I м прижатия	S – высота междудонного или межбортового пространства, м S – толщина, мм	Полотнище без ребер жесткости.....0,70
Установка заделок по набору	$T=0,44P+0,11$ на I заделку	P – полупериметр заделки, м	Установка заделок внахлестку.....0,70 Установка проникаемых заделок.....0,77

1	2	3	4
Проверка секций	$T=0,141P+3,5$ на 1 конструкцию	P – сумма основных размеров секций, м	Плоскостные секции...0,70 Объемные секции.....1,00 Объемные носовые и кормовые секции.....1,30
Разметка контура секций, узлов	См. табл. 6.13		
Маркировка	Краской $T_{48} = 0,0733 + 0,0019N -$ $- 0,00000443N^2 + 0,000017H^2 +$ $+ 0,0000041NH$ Кернером $T_{48} = 0,0016N + 0,0042H +$ $+ 0,0008H - 0,0000007N^2$ Карандашом $T_{48} = 0,001N + 0,0001H - 0,005$	N – число знаков на детали, шт. H – высота знаков, мм, $H = 100\text{мм}$	

Таблица 6.3. Нормы времени на комплектацию, разметку и зачистку деталей таврового набора, изготавливаемого на линии МИБ-700 или станке СКТ

Толщина стенки, мм, не более	Вид тавровой балки							
	Прямолинейная				Криволинейная			
	Длина тавровой балки, м, не более							
	4	6	8	12	4	6	8	12
	Время на одну тавровую балку, ч							
4	0,19	0,24	0,31	0,39	0,23	0,29	0,37	0,47
8	0,21	0,28	0,35	0,47	0,25	0,34	0,42	0,56
12	0,23	0,30	0,39	0,51	0,28	0,36	0,47	0,61
20	0,25	0,34	0,43	0,59	0,30	0,41	0,52	0,71
30	0,28	0,38	0,49	0,67	0,34	0,46	0,59	0,80

Таблица 6.4. Нормы времени на установку деталей в кассеты на линии МИБ-700

Толщина стенки, мм, не более	Высота стенки, мм, не более	Длина тавровой балки, м, не более							
		4	5	6	7	8	10	12	
		Время установки деталей одной тавровой балки, н-ч							
4	100	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,36	0,40	
	200	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,40	0,44	
	400	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,44	0,50	
8	100	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,34	0,38	
	200	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,38	0,42	
	400	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,42	0,48	
	700 и более	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,48	0,54	
12 и более	100	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	
	200	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	
	400	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	
	700 и более	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	

Таблица 6.5. Нормы времени на сборку и сварку тавровых балок на МИБ-700

Катет шва, мм, не более	Диаметр электродной проволоки, мм, не более	Длина тавровой балки, м, не более						
		4	5	6	7	8	10	12
		Время на одну тавровую балку, н-ч						
3	1,2	0,67	0,67	0,73	0,79	0,85	0,98	1,10
	1,4	0,50	0,62	0,68	0,73	0,78	0,90	1,00
	1,6	0,52	0,57	0,62	0,68	0,74	0,85	0,96
4	1,2	0,74	0,80	0,88	0,95	1,02	1,16	1,30
	1,4	0,70	0,77	0,84	0,90	0,97	1,10	1,23
	1,6	0,66	0,72	0,78	0,85	0,92	1,04	1,16
5	1,2	0,90	0,98	1,05	1,13	1,20	1,35	1,50
	1,4	0,85	0,92	1,00	1,07	1,14	1,28	1,42
	1,6	0,80	0,88	0,94	1,00	1,08	1,22	1,35
	2,0	0,70	0,75	0,81	0,87	0,92	1,04	1,15
6	1,2	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,60	1,80
	1,4	0,95	1,04	1,13	1,23	1,32	1,50	1,70
	1,6	0,90	0,98	1,08	1,16	1,25	1,43	1,62
	2,0	0,85	0,94	1,03	1,10	1,20	1,38	1,55
8	1,2	1,33	1,43	1,53	1,62	1,73	1,91	2,10
	1,4	1,30	1,39	1,48	1,56	1,65	1,83	2,00
	1,6	1,27	1,35	1,45	1,53	1,61	1,78	1,95
	2,0	1,20	1,30	1,36	1,45	1,52	1,68	1,84
10	1,4	1,80	1,90	2,00	2,20	2,30	2,50	2,75
	1,6	1,65	1,76	1,89	2,00	2,10	2,30	2,50
	2,0	1,40	1,50	1,60	1,70	1,80	1,96	2,10

Таблица 6.6. Нормы времени на сборку криволинейных тавровых балок на СКТ

Высота стенки, мм, не более	Длина балки, м, не более	Форма балки							
		Симметричная				Несимметричная			
		Толщина стенки, мм, не более							
		4	8	12	20 и более	4	8	12	20 и более
		Время на формирование одной балки, н-ч							
200	4	0,25	0,24	0,23	0,22	0,27	0,26	0,25	0,24
	6	0,28	0,27	0,26	0,25	0,30	0,29	0,28	0,27
	8	0,30	0,29	0,28	0,27	0,33	0,32	0,31	0,30
	10	0,33	0,32	0,31	0,30	0,36	0,35	0,33	0,32
	12	0,37	0,36	0,34	0,33	0,40	0,39	0,37	0,36
400	4	0,26	0,25	0,24	0,23	0,28	0,27	0,27	0,25
	6	0,29	0,28	0,27	0,26	0,31	0,30	0,29	0,28
	8	0,31	0,30	0,29	0,28	0,34	0,33	0,32	0,31
	10	0,34	0,33	0,32	0,31	0,37	0,36	0,34	0,33
	12	0,38	0,37	0,36	0,35	0,41	0,40	0,38	0,37
600	4	—	0,26	0,25	0,24	—	0,28	0,27	0,26
	6	—	0,29	0,28	0,27	—	0,31	0,30	0,29
	8	—	0,31	0,30	0,29	—	0,34	0,33	0,32
	10	—	0,34	0,33	0,32	—	0,37	0,35	0,34
	12	—	0,38	0,37	0,36	—	0,41	0,40	0,38
1000 и более	4	—	0,27	0,26	0,25	—	0,29	0,28	0,27
	6	—	0,30	0,29	0,28	—	0,32	0,31	0,33
	8	—	0,32	0,31	0,30	—	0,35	0,34	0,33
	10	—	0,35	0,34	0,33	—	0,38	0,36	0,35
	12	—	0,39	0,38	0,37	—	0,42	0,41	0,40

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА СУДНА

Таблица 6.7. Нормы времени на сборку прямолинейных тавровых балок на СКТ

Высота стенки, мм, не более	Длина балки, м, не более	Форма балки							
		Симметричная				Несимметричная			
		Толщина стенки, мм, не более							
		4	8	12	20 и более	4	8	12	20 и более
		Время на формирование одной балки,н- ч							
200	4	0,20	0,19	0,18	0,17	0,22	0,21	0,20	0,19
	6	0,22	0,21	0,20	0,19	0,24	0,23	0,22	0,21
	8	0,24	0,23	0,22	0,21	0,27	0,26	0,25	0,24
	10	0,26	0,25	0,24	0,23	0,29	0,28	0,27	0,26
	12	0,30	0,29	0,27	0,26	0,32	0,31	0,30	0,29
400	4	0,21	0,20	0,19	0,18	0,23	0,22	0,21	0,20
	6	0,23	0,22	0,21	0,20	0,25	0,24	0,23	0,22
	8	0,25	0,24	0,23	0,22	0,28	0,27	0,26	0,25
	10	0,27	0,26	0,25	0,24	0,30	0,29	0,28	0,27
	12	0,31	0,30	0,29	0,28	0,33	0,32	0,31	0,30
600	4	—	0,21	0,20	0,19	—	0,23	0,22	0,21
	6	—	0,23	0,22	0,21	—	0,25	0,24	0,23
	8	—	0,25	0,24	0,23	—	0,27	0,26	0,25
	10	—	0,27	0,26	0,25	—	0,31	0,29	0,28
	12	—	0,31	0,30	0,29	—	0,33	0,32	0,31
1000 и более	4	—	0,22	0,21	0,20	—	0,24	0,23	0,22
	6	—	0,24	0,23	0,22	—	0,26	0,25	0,24
	8	—	0,26	0,25	0,24	—	0,28	0,27	0,26
	10	—	0,28	0,27	0,26	—	0,31	0,30	0,29
	12	—	0,32	0,31	0,30	—	0,34	0,33	0,32

Таблица 6.8. Нормы времени на сварку криволинейных тавровых балок на СКТ

Катет шва, мм, не более	Диаметр электродной проволоки, мм, не более	Длина тавровой балки, м, не более						
		4	5	6	7	8	10	12
		Время на одну тавровую балку, н-ч						
3	1,2	0,96	1,07	1,17	1,26	1,35	1,55	1,74
	1,4	0,92	1,02	1,12	1,21	1,30	1,49	1,68
	1,6	0,88	0,97	1,06	1,14	1,23	1,40	1,57
4	1,2	1,04	1,12	1,23	1,33	1,43	1,64	1,86
	1,4	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,70	1,80
	1,6	0,96	1,06	1,15	1,25	1,34	1,51	1,70
5	1,2	1,20	1,32	1,43	1,56	1,68	1,91	2,16
	1,4	1,16	1,28	1,40	1,52	1,64	1,86	2,10
	1,6	1,12	1,24	1,35	1,47	1,59	1,82	2,05
	2,0	1,08	1,19	1,29	1,40	1,50	1,72	2,93
6	1,2	1,32	1,46	1,60	1,73	1,86	2,13	2,40
	1,4	1,28	1,40	1,53	1,66	1,79	2,04	2,30
	1,6	1,24	1,36	1,48	1,60	1,73	1,98	2,22
	2,0	1,20	1,32	1,44	1,56	1,58	1,92	2,16
8	1,2	1,64	1,80	1,97	2,13	2,30	2,62	2,95
	1,4	1,56	1,71	1,87	2,03	2,20	2,50	2,82
	1,6	1,52	1,68	1,84	1,99	2,15	2,45	2,76
	2,0	1,44	1,59	1,74	1,88	2,02	2,30	2,60
10	1,4	1,96	2,15	2,35	2,54	2,74	3,12	3,52
	1,6	1,88	2,07	2,25	2,43	2,62	2,98	3,36
	2,0	1,80	1,99	2,18	2,35	2,52	2,88	3,24

Примечание: время рассчитано на сварку криволинейных тавровых балок с изгибом в одном направлении и без скоса кромки на пояске.

Также следует использовать следующие поправочные коэффициенты: для сварки прямолинейных тавровых балок: – 0,8; выпуклых или вогнутых – 1,1; со скосом кромки на пояске – 1,05.

Таблица 6.9. Нормы времени на разметку мест установки продольного и поперечного набора

Наименование размечаемой конструкции	Способ разметки	
	По рейкам	По эскизам
	Норма времени на 1м линии разметки, н-ч	
Узлы и секции, собираемые на плите или стенде	0,026	0,038
Секции, изготавливаемые в постелях	0,038	0,060
Секции оконечностей корпуса судна: носовые и кормовые	0,060	0,084

Таблица 6.10. Разметка полотнища под установку набора на линии ЭСАБ

Длина линии разметки, м, не более	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Время разметки для одной балки набора, н-ч	0,10	0,14	0,17	0,20	0,23	0,26	0,29	0,31	0,35	0,37

Таблица 6.11. Зачистка кромок деталей и мест установки набора под сварку на линии ЭСАБ

Толщина листов, мм, не более	Виды поверхностей				
	Кромки листов	Кромки набора	Место установки набора - полотнище		
	Вид инструмента				
	Пневмомашинка с наждачным кругом	Дробе-струйное оборудование	Шлифовальная машинка		
			со щеткой	с фрезой	с абразивным кругом
	Время на 1м кромки, н-ч				
10	0,025	0,020	0,018	0,025	0,022
12	0,027				
16	0,029				
20	0,031				
24	0,033				
28	0,035				
32	0,037				
36	0,039				
40	0,041				
46	0,045				

Таблица 6.12. Установка и приварка набора на линии ЭСАБ

Диаметр электро- дной провода- ки, мм	Толщи- на стенки, мм, не более	Высота стенки набора, м, не более									
		0,12	0,16	0,20	0,30	0,40	0,60	0,80	1,00	1,50	2,00
		Время на 1м соединения, н-ч									
4	8	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	—	—	—	—
	12	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,40	—
	16	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,42	0,47
	20	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,45	0,49
	26	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,43	0,45	0,50	0,55
	32	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45	0,46	0,48	0,54	0,59
5	8	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	—	—	—	—
	12	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,38	—
	16	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,40	0,45
	20	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,41	0,47
	26	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,41	0,43	0,48	0,53
	32	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,46	0,52	0,57
6	8	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	—	—	—	—
	12	0,26	0,27	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,36	—
	16	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,38	0,43
	20	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,45
	26	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,39	0,41	0,46	0,51
	32	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,44	0,50	0,55

Таблица 6.13. Нормы времени на разметку контура секций, узлов, деталей

Тип конструкции	Вид кромок			
	Прямолинейные		Криволинейные	
	без набора	с набором	без набора	с набором
	Время на 1м кромки, которая контуруется, н-ч			
Детали, узлы	0,04	0,08	0,06	0,12
Плоскостные секции	0,03	0,06	0,04	0,08
Объемные секции	0,06	0,12	0,08	1,16

Норма времени на выполнение сварочных работ на сборочном участке учитывает затраты времени на подготовку к выполнению этих работ, непосредственно сварку и сдачу работы. Нормы времени зависят от способа сварки, конструктивных особенностей сварного соединения, положения сварного шва в пространстве и приведены на один метр соединения в нормо-минутах в табл. 6.14–6.21.

Все сварные корпусные конструкции разделяют на три группы:

группа I – сварка стыковых соединений полотнищ и приваривание набора к полотнищам плоскостных секций, сварка узлов набора, фундаментов и аналогичных конструкций простой конфигурации;

группа II – сварка стыковых соединений в конструкциях без изгиба, сварка узлов набора и фундаментов в полуобъемных секциях с изгибом в одной или двух плоскостях, приваривание набора в конструкциях без изгиба и других конструкций средней сложности;

группа III – сварка стыковых соединений в конструкциях с изгибом, монтажных и кольцевых стыков полуобъемных секций с изгибом в одной плоскости, приваривание набора в конструкциях с изгибом, узлов набора в объемных секциях, узлов Т-образной формы и фундаментов сложной конфигурации, сварка монтажных стыков объемных секций.

Для учета различных видов автоматической сварки используют следующие поправочные коэффициенты: сварка на открытых площадках, сварки узлов набора Т-образной формы и фундаментов, обшивки в открытых секциях – 1,1; сварка узлов Т-образной формы в открытых секциях с изгибом – 1,2; сварка в закрытых конструкциях – 1,35; сварка корпусных конструкций в закрытых секциях оконечностей судна (носа или кормы).

Таблица 6.14. Нормы времени на автоматическую электродугую сварку под флюсом швов стыковых соединений на 1м шва, н-мин

Толщина металла <i>S</i> , мм	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Средняя скорость сварки, м/час	Группа конструкций		
				I	II	III
Ток постоянный, полярность обратная						
18	1	5	33,0	4,25	4,74	5,39
20	1	5	33,0	4,32	4,82	5,49
22	1	5	33,0	4,57	5,10	5,60
24	1	6	32,0	4,65	5,19	5,90
26	1	6	31,0	4,74	5,29	6,22
28	1	6	30,0	4,83	5,39	6,33
30	2	5/6	33,0	9,25	10,32	11,74
Ток переменный						
18	1	5	32,0	4,48	5,00	5,69
20	1	5	31,5	4,52	5,04	5,47
22	1	5	31,0	4,70	5,24	5,97
24	1	6	31,0	4,74	5,29	6,02
26	1	6	31,0	4,74	5,29	6,02
28	1	6	30,0	4,83	5,39	6,13
30	2	5/6	30,0	10,06	11,25	12,00

Примечание: приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны. При сварке с двух сторон приведенное время необходимо удваивать.

Таблица 6.15. Нормы времени на автоматическую электродугую сварку под флюсом швов тавровых соединений на 1м шва, н-мин

Катет шва, мм	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Средняя скорость сварки, м/час	Группа конструкций		
				I	II	III
1	2	3	4	5	6	7
Ток постоянный, полярность обратная						
4	1	2	47,5	3,73	4,16	4,73
5	1	2	42,5	3,93	4,39	4,94
6	1	2	40,5	4,04	4,50	5,13

Продолж. табл. 6.15

1	2	3	4	5	6	7
7	1	2	37,5	4,21	4,69	5,34
8	1	2	32,5	4,54	5,10	5,80
9	2	2	17,0	14,49	16,16	18,39
10	2	2	17,0	14,49	16,16	18,39
Ток переменный						
1	2	3	4	5	6	7
5	1	3	47,5	3,73	4,16	4,73
6	1	3	44,5	3,84	4,29	4,88
7	1	3	40,0	4,06	4,55	5,16
8	1	3	34,3	4,42	4,93	5,61
9	2	3	19,0	13,41	14,96	17,02
10	2	3	19,0	13,41	14,96	17,02

Примечание: приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны. При сварке с двух сторон приведенное время необходимо удваивать.

Для учета различных способов полуавтоматической сварки используют следующие поправочные коэффициенты: при сварке криволинейных швов – 1,05; для стыковых соединений на открытых площадках – 1,1.

Таблица 6.16. Нормы времени на полуавтоматическую электродугую сварку под флюсом швов стыковых соединений на 1м шва, н-мин

Толщина металла, мм	Площадь поперечного сечения шва, мм ²	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Группа конструкций		
				I	II	III
1	2	3	4	5	6	7
Основная сторона шва						
14	99,0	2,0	475	9,21	10,01	10,01
15	112,0	2,0	475	10,26	11,16	12,05
16	127,7	2,0	475	11,40	12,40	13,39
17	153,2	2,0	475	13,36	14,52	15,68
18	170,4	2,0	475	14,67	15,95	17,22

Продолж. табл. 6.16

1	2	3	4	5	6	7
Обратная сторона шва						
14	25,1	2,0	475	3,56	3,87	4,18
15	25,1	2,0	475	3,56	3,87	4,18
16	25,1	2,0	475	4,28	4,66	5,03
17	34,5	2,0	475	4,28	4,66	5,03
18	34,5	2,0	475	4,28	4,66	5,03

Примечание: ток постоянный, полярность обратная.

Таблица 6.17. Нормы времени на полуавтоматическую электродуговую сварку под флюсом швов тавровых соединений на 1м шва, н-мин

Катет шва, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Группа конструкций		
					I	II	III
3	7,1	1	2	250	2,88	3,13	3,38
4	12,6	1	2	300	3,34	3,69	3,92
5	19,6	1	2	325	4,02	4,37	4,72
6	28,3	1	2	375	4,56	4,96	5,35
7	38,5	1	2	400	5,32	5,78	6,25
8	50,2	1	2	425	6,11	6,65	7,18
9	63,6	2	2	340	10,78	11,72	12,66
10	78,5	2	2	340	12,37	13,45	14,52
11	95,0	2	2	325	14,67	15,95	17,22
12	113,0	2	2	325	16,68	18,13	19,58

Примечание: приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны. При сварке с двух сторон приведенное время необходимо удваивать.

Таблица 6.18. Нормы времени полуавтоматической электродуговой сварки в углекислом газе швов стыковых соединений на 1м шва, н-мин

Толщина металла, мм	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Группа конструкций		
			I	II	III
1	2	3	4	5	6
Основной шов					
8	1	1,4	9,6	10,0	11,0
10	1	1,4	13,0	14,0	15,0
12	1	1,4	16,0	18,0	19,0
14	2	1,4	20,0	22,0	24,0
16	3	2,0	15,0	17,0	18,0
18	3	2,0	17,0	19,0	20,0
20	4	2,0	22,0	24,0	26,0
22	5	2,0	25,0	27,0	29,0
24	5	2,0	30,0	33,0	35,0
26	6	2,0	36,0	39,0	42,0
28	7	2,0	40,0	43,0	47,0
30	8	2,0	45,0	49,0	53,0
32	9	2,0	50,0	54,4	58,9
36	11	2,0	56,0	60,9	65,9
38	12	2,0	60,0	65,3	70,6
42	12	2,0	65,0	70,7	76,6
Подварочный шов					
8–10	1	1,2	4,3	4,7	5,0
12–42	1	1,2	5,8	6,3	6,8

Таблица 6.19. Нормы времени на полуавтоматическую электродуговую сварку в углекислом газе швов тавровых соединений на 1м шва, н-мин

Катет шва, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Положение шва			
				нижнее	вертикальное	горизонтальное	потолочное
3	7,8	1	1,4	5,3	5,6	5,8	6,0
4	12,1	1	1,4	6,3	6,7	7,1	7,4
5	17,1	1	1,4	7,0	7,9	8,4	9,1
6	30,0	1	1,4	9,8	12,2	13,1	14,3
7	40,7	1	1,4	11,8	15,2	18,3	20,0
8	51,8	1	1,4	13,6	20,6	22,0	24,1
9	64,0	2	1,4	19,4	24,4	28,2	32,4
10	77,4	2	1,4	22,4	28,4	32,5	37,6

Примечание: приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны. При сварке с двух сторон приведенное время необходимо удваивать.

Для учета различных способов ручной сварки используют следующие поправочные коэффициенты: в неудобном положении – 1,06; в закрытых или полукрытых тесных конструкциях – 1,1; при сварке на высоте более 3 м с использованием специальных устройств – 1,15; в тесных замкнутых отсеках, закрытых конструкциях с перекрестным набором – 1,4; для криволинейных швов – 1,05; на открытых сборочных площадках – 1,1.

Таблица 6.20. Нормы времени на ручную электродуговую сварку швов стыковых соединений на 1 м шва, н-мин

Толщина металла, мм	Количество проходов	Площадь поперечного сечения, мм ²	Положение шва			
			Нижнее	Вертикальное	Горизонтальное	Потолочное
8	1	19,2	9,8	11,2	11,9	13,3
10	1	24,4	11,2	13,2	14,0	16,1
12	1	32,1	13,5	16,9	18,3	21,9
14	1	39,2	15,6	19,7	21,8	26,1
16	2	51,6	19,9	25,9	26,7	33,2
18	2	61,7	22,7	30,1	32,2	40,3
20	2	72,4	25,6	34,3	36,5	46,6
22	2	78,6	27,8	37,2	39,4	51,7
24	2	92,2	31,3	43,5	46,3	59,5
26	3	106,7	36,3	49,8	52,6	69,4
28	3	122,2	40,6	56,1	59,6	78,6
30	3	138,7	45,5	63,1	67,3	89,8

Примечание: приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны. При сварке с двух сторон приведенное время необходимо удваивать.

Таблица 6.21. Нормы времени на ручную электродуговую сварку швов тавровых соединений на 1 м шва, н-мин

Катет шва, мм	Площадь поперечного сечения, мм ²	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Положение шва			
				Нижнее	Вертикальное	Горизонтальное	Потолочное
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,9	1	2,0	3,0	3,4	3,5	3,6
2	4,2	1	2,0	6,6	7,7	7,9	8,5
3	7,8	1	3,0	6,2	7,1	7,4	8,0

Продолж. табл. 6.21

1	2	3	4	5	6	7	8
4	12,1	1	3,0	8,9	10,5	10,9	11,8
5	17,1	1	4,0/5,0	7,2	10,2	10,6	11,9
6	30,9	1	4,0/5,0	11,1	15,9	17,0	21,0
7	40,7	2	4,0/5,0	14,4	20,4	21,3	27,2
8	51,8	2	4,0/5,0	17,5	25,0	26,1	34,6
9	64,0	2	4,0/5,0	21,0	30,1	31,9	42,3
10	77,4	2	4,0/5,0	24,8	35,6	37,7	51,2

Примечание: приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны. При сварке с двух сторон приведенное время необходимо удваивать.

Пример расчета. Необходимо рассчитать норму времени на сварку двух днищевых секций с размерами $L=12$ м, $B=11$ м, $H=2$ м. На наружной обшивке и втором дне число ребер жесткости из несимметричного полособульба № 16а составляет 28 штук, толщина настила второго дна и обшивки этих секций по 20 мм, в каждой из них есть вертикальный киль и по 2 стрингера. При сварке днищевых секций настил второго дна с одной стороны можно сваривать автоматической сваркой под флюсом, подварку шва выполнять ручную, наружную обшивку сваривать полуавтоматической сваркой в CO_2 , подварку выполнять ручную, рамный и основной набор сваривать также ручную. Исходя из этого, нормы времени рассчитаем по формулам:

– для сварки настила второго дна (1 группа конструкций) трудоемкость определяем по табл. 6.14:

$$T_1 = (4,32 \cdot L_{\text{шва}}) k_1 = (4,32 \cdot 11) \cdot 1,1 = 52,27 \text{ н-мин};$$

переводим в н-ч, тогда $T_1 = 52,27 \text{ н-мин} : 60 \text{ мин} = 0,87 \text{ н-ч};$

– для подварки настила второго дна трудоемкость определяем по табл. 6.20:

$T_2 = (46,6 \cdot L_{\text{шва}}) k_1 \cdot k_2 = (46,6 \cdot 11) \cdot 1,1 \cdot 1,4 = 789,4 \text{ н-мин}$
(здесь и далее перевод в н-ч аналогично, как для T_1); переводим в н-ч, тогда $T_2 = 13,16 \text{ н-ч};$

– для наружной обшивки трудоемкость определяем по табл. 6.20:

$$T_3 = (46,6 \cdot L_{\text{шва}}) k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = (46,6 \cdot 13,5) \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 1017,25 \text{ н-мин, где } L_{\text{шва}} - \text{длина стыковой кромки с учетом кривизны скуловой части секции; переводим в н-ч, тогда } \text{ч}T_3 = 16,95 \text{ н-ч;}$$

– для подварки наружной обшивки трудоемкость определяем по табл. 6.20:

$$T_4 = (25,6 \cdot L_{\text{шва}}) k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 = (25,6 \cdot 13,5) \cdot 1,1 \cdot 1,4 \cdot 1,05 = 558,8 \text{ н-мин; переводим в н-ч, тогда } T_4 = 9,31 \text{ н-ч;}$$

– для высокого набора (катет шва 6 мм) трудоемкость определяем по табл. 6.21:

$$T_5 = 2 \cdot (15,9 \cdot L_{\text{шва}}) k_1 \cdot k_2 = 2 \cdot (15,9 \cdot 6) \cdot 1,1 \cdot 1,4 = 293,8 \text{ н-мин; переводим в н-ч, тогда } T_5 = 4,89 \text{ н-ч;}$$

– для основного набора (катета шва 4 мм) трудоемкость определяем по табл. 6.21:

$$T_6 = 2 \cdot (10,5 \cdot L_{\text{шва}}) n \cdot k_1 \cdot k_2 = (10,5 \cdot 0,16) \cdot 28 \cdot 1,1 \cdot 1,4 = 144,88 \text{ н-мин; переводим в н-ч, тогда } T_6 = 2,41 \text{ н-ч.}$$

Общая трудоемкость сварочных работ составит:

$$T = \Sigma T_i = 0,87 + 13,16 + 9,31 + 16,95 + 4,89 + 2,41 = 47,59 \text{ н-ч.}$$

Таблица 6.22. Нормы времени на сварку стыков полотнища на линии ЭСАБ

Диаметр электродной проволоки, мм	Длина стыка, м, не более	Толщина листов, мм, не более									
		10	12	16	20	24	28	32	36	40	46
		Время на один стык, н-ч									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	4	1,4	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0
	6	1,7	1,8	2,2	2,4	2,6	2,9	3,0	3,3	3,4	3,7
	8	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,3	4,7
	10	2,3	2,6	3,1	3,5	3,9	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
	12	2,6	2,9	3,5	4,0	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
	14	3,0	3,4	4,0	4,5	5,0	5,4	6,0	6,6	6,9	7,5
	16	3,3	3,8	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,2	7,6	8,2

Продолж. табл. 6.21

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	4	1,4	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8	3,0
	6	1,7	1,8	2,2	2,4	2,6	2,9	3,0	3,3	3,4	3,7
	8	2,0	2,3	2,6	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,3	4,7
	10	2,3	2,6	3,1	3,5	3,9	4,2	4,5	4,9	5,2	5,6
	12	2,6	2,9	3,5	4,0	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1	6,6
	14	3,0	3,4	4,0	4,5	5,0	5,4	6,0	6,6	6,9	7,5
	16	3,3	3,8	4,5	5,0	5,5	6,0	6,6	7,2	7,6	8,2
5	4	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6	2,7	3,0
	6	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6
	8	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1	4,5
	10	2,2	2,5	2,9	3,3	3,7	4,0	4,3	4,6	4,4	5,4
	12	2,5	2,8	3,3	3,8	4,2	4,7	5,1	5,4	5,8	6,3
	14	2,8	3,3	3,9	4,3	4,8	5,2	5,7	6,3	6,6	7,2
	16	3,1	3,6	4,3	4,8	5,3	5,8	6,3	6,9	7,3	8,0
6	4	—	—	1,6	1,8	1,9	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7
	6	—	—	1,9	2,2	2,4	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3
	8	—	—	2,4	2,7	2,9	3,2	3,3	3,6	3,9	4,2
	10	—	—	2,7	3,1	3,5	3,8	4,1	4,4	4,7	5,1
	12	—	—	3,1	3,6	4,0	4,4	4,8	5,1	5,5	5,9
	14	—	—	3,6	4,1	4,5	4,9	5,4	5,9	6,2	6,7
	16	—	—	4,0	4,5	5,0	5,5	5,9	6,5	6,8	7,4

Примечание: время рассчитано на двухстороннюю сварку стыков полотнища одновременно двумя сварочными головками с проверкой сварки и устранением дефектов.

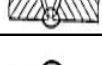
При сварке с обратным формированием сварного шва необходимо применить поправочный коэффициент — 0,7; сварке тремя сварочными головками — 0,8; одной сварочной головкой — 1,5; без обратного формирования сварного шва — 1,1.



Приложение 1

Из ГОСТ 5264–80. Ручная дуговая с варка. Соединения сварные.

Таблица П.1.1. Типы сварных соединений

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
1	2	3	4	5	6	7
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний			1–4	C2
	Без скоса кромок	Двухсторонний			2–5	C7
	Со скосом одной кромки	Односторонний			3–60	C8
	Со скосом одной кромки	Двухсторонний			3–60	C12
	Со скосом кромок	Односторонний			3–60	C17
	Со скосом кромок	Двухсторонний			3–60	C21
	С двумя симметричными скосами кромок	Двухсторонний			8–120	C25
Угловое	Без скоса кромок	Односторонний			1–30	У4
	Без скоса кромок	Двухсторонний			2–30	У5

Продолж. табл. П.1.1

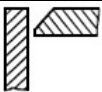
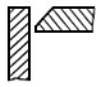
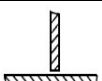
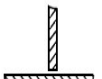
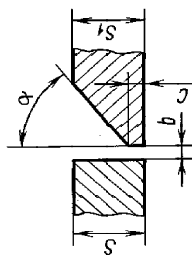
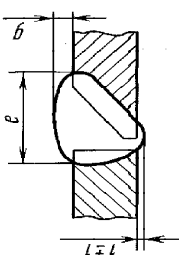
1	2	3	4	5	6	7
Угловое	Со скосом одной кромки	Односто- ронний			3–60	У6
	Со скосом одной кромки	Двухсто- ронний			3–60	У7
	Со скосом одной кромки	Односто- ронний			3–60	У9
Тавровое	Без скоса кромки	Односто- ронний			2–10	Т1
	Без скоса кромки	Двухсто- ронний			2–10	Т3
	С двумя симмет- ричным и скоса- ми одной кромки	Двухсто- ронний			8–100	Т8
Нахлесточное	Без скоса кромки	Двухсто- ронний			2–60	Н2

Таблица П.1.2. Конструктивные элементы сварных соединений и их размеры, мм

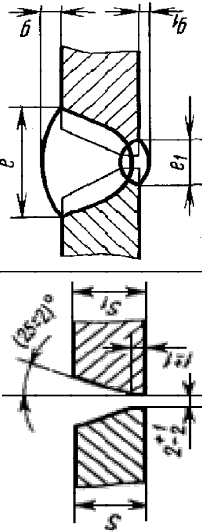
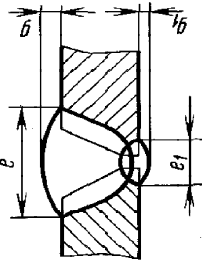
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s=s_1$	b		e , не более	e_1 , не более	g	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.			Номин.	Пред. отклон.
C2			От 1,0 до 1,5	0	+0,5	6	4	1,0	±0,5
			Св. 1,5 до 3,0	1	±1,0	7	6	1,5	±1,0
			Св. 3,0 до 4,0	2	+1,0 -0,5	8	6	2,0	±1,0

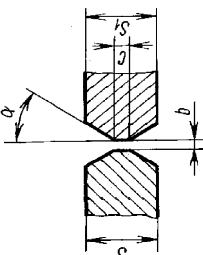
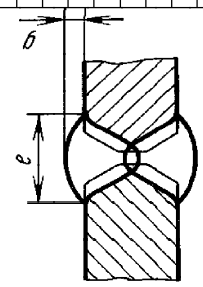
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s=s_1$	b		e , не более	g
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.		
C7			2	2	±1,0	8	1,5
			Св. 2,0 до 4,0			9	
			Св. 4,0 до 5,0		+1,5 -1,6	10	2,0

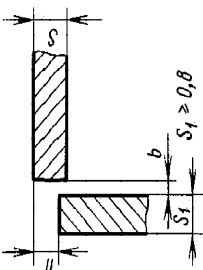
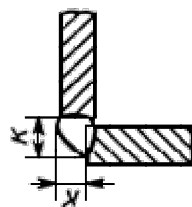
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s=s_1$	e		g			
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.	Номин.	Пред. отклон.		
С8			От 3,0 до 5,0	8	+0,5	1,0	$\pm 0,5$		
			Св. 5 до 8	12	± 2	0,5	$\pm 1,5$ $-0,5$		
			Св. 8 до 11	16					
			Св. 11 до 14	20	± 3				
			Св. 14 до 17	24					
			Св. 17 до 20	28					
			Св. 20 до 24	32					
			Св. 24 до 28	35					
			Св. 28 до 32	38					
			Св. 32, до 36	41					
Св. 36 до 40	44								

Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s=s_1$	e		$e_1 \pm 2$	$g = g_1$	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.		Номин.	Пред. отклон.
C12			От 3,0 до 5,0	8	±2	8	0,5	+1,5 -0,5
			Св. 5 до 8	12				
			Св. 8 до 11	16				
			Св. 11 до 14	20	±3	10	0,5	+2,0 -0,5
			Св. 14 до 17	24				
			Св. 17 до 20	28				
			Св. 20 до 24	32				
			Св. 24 до 28	35				
			Св. 28 до 32	38				
			Св. 32, до 36	41				
			Св. 36 до 40	44		12		

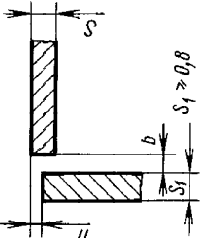
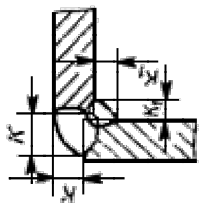
Продолж. табл. П.1.2

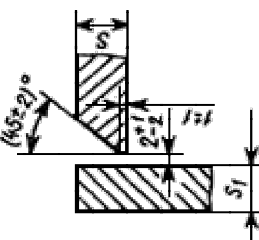
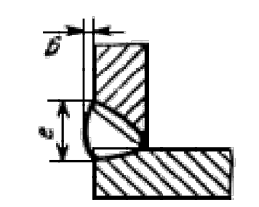
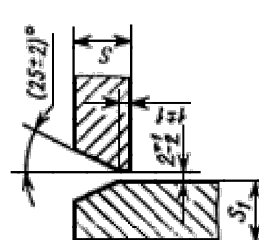
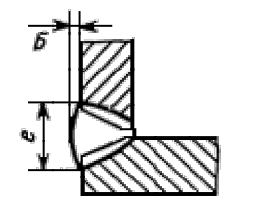
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$S \leq 51$	e		$e_1 \pm 2$	$g = g_1$	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.		Но-мин.	Пред. отклон.
С21			От 3,0 до 5,0	8		8		$\pm 1,5$ $-0,5$
			Св. 5 до 8	12	± 2			
			Св. 8 до 11	16				
			Св. 11 до 14	19				
			Св. 14 до 17	22		10	0,5	$\pm 2,0$ $-0,5$
			Св. 17 до 20	26				
			Св. 20 до 24	30				
			Св. 24 до 28	34	± 3			
			Св. 28 до 32	38				
			Св. 32 до 36	42		12		
			Св. 36 до 40	47				

Условное обозначение	Конструктивные элементы		e		g	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва	$s=s_1$		Номин.	Пред. отклон.
C25			Св. 8 до 11			
			Св. 11 до 14			
			Св. 14 до 17			
			Св. 17 до 20			
			Св. 20 до 24			
			Св. 24 до 28			
			Св. 28 до 32			
			Св. 32 до 36			
			Св. 36 до 40			

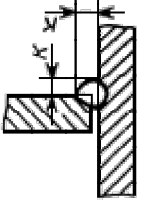
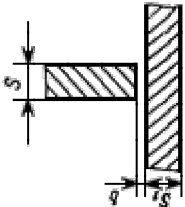
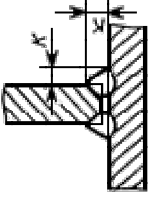
Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	n	b	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. отклон.
У4			От 0,1 до 1,5	От 0,5 до s	0	+0,5
			Св. 1,5 до 3,0			+1,0
			Св. 3,0 до 30,0			+2,0

Продолж. табл. П.1.2

Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	n	b	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
У5			От 2 до 3	От 0,5 до s	0	+1
			Св. 3,0 до 30			+2

Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	e		Номин.	Пред. отклон.	g
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.			
У6			От 3 до 5	8	±2	0,5	+1,5 -0,5	
			Св. 5 до 8	12				
			Св. 8 до 11	16				
			Св. 11 до 14	20				
			Св. 14 до 17	24	±3		+2,0 -0,5	
			Св. 17 до 20	28				
			Св. 20 до 24	32				
			Св. 24 до 28	35				
			Св. 28 до 32	38				
			Св. 32 до 36	41				
У9			От 3 до 5	8	±2	0,5	+1,5 -0,5	
			Св. 5 до 8	12				
			Св. 8 до 11	16				
			Св. 11 до 14	20				
			Св. 14 до 17	24	±3		+2,0 -0,5	
			Св. 17 до 20	28				
			Св. 20 до 24	32				
			Св. 24 до 28	35				
			Св. 28 до 32	38				
			Св. 32 до 36	41				
			Св. 36 до 40	44				

Продолж. табл. П.1.1.2

Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	b	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.
Т1			От 2 до 3	0	+1
			Св. 3 до 15		+2
			Св. 15 до 40		+3
Т3			От 2 до 3	0	+1
			Св. 3 до 15		+2
			Св. 15 до 40		+3

Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	e	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. отклон.
Т6			От 8 до 11	9	±2
			Св. 11 до 14	11	
			Св. 14 до 17	12	±3
			Св. 17 до 20	14	
			Св. 20 до 24	16	
			Св. 24 до 28	18	
			Св. 28 до 32	20	
			Св. 32 до 36	22	
			Св. 36 до 40	24	
			От 3 до 5	7	±2
Т8			Св. 5 до 8	10	
			Св. 8 до 11	14	±3
			Св. 11 до 14	18	
			Св. 14 до 17	22	
			Св. 17 до 20	26	
			Св. 20 до 24	30	
			Св. 24 до 28	33	
			Св. 28 до 32	36	
			Св. 32 до 36	40	
			Св. 36 до 40	44	

Продолж. табл. П.1.2

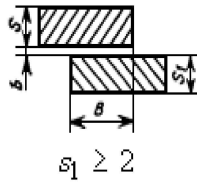
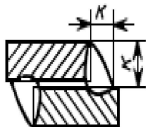
Условное обозначение	Конструктивные элементы		<i>s</i>	<i>B</i>	<i>b</i>	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			Но-мин.	Пред. отклон.
Н2	 $s_1 \geq 2$		От 2 до 5	3–20	0	+1,0
			Св. 5 до 10	8–40		+1,5
			Св. 10 до 29	12–100		+2,0
			Св. 29 до 60	30–240		

Таблица П.1.3. Рекомендуемые значения катетов угловых и тавровых швов, мм

Предел текучести свариваемой стали, МПа	Минимальный катет шва для толщины более толстого из свариваемых элементов							
	От 3 до 4	Св. 4 до 5	Св. 5 до 10	Св. 10 до 16	Св. 16 до 22	Св. 22 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 80
До 400	3	4	5	6	7	8	9	10
Св. 400 до 450	4	5	6	7	8	9	10	12

Примечание: минимальное значение катета не должно превышать 1,2 толщины более тонкого элемента.

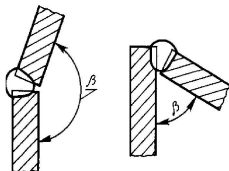
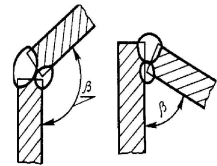
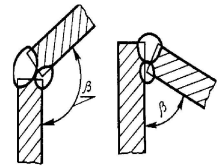
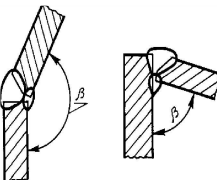
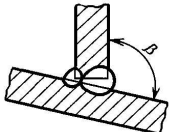
Таблица П.1.4. Предельные отклонения размера катета шва от номинального значения, мм

Номинальный размер катета	Предельное отклонение
От 3 до 5 вкл.	+1,0
	–0,5
Св. 5 до 8 вкл.	+2,0
	–1,0
Св. 8 до 12 вкл.	+2,5
	–1,5
Св. 12	+3,0
	–2,0

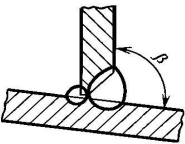
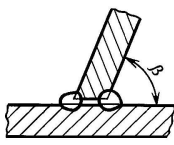
Приложение 2

Из ГОСТ 11534–75. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами.

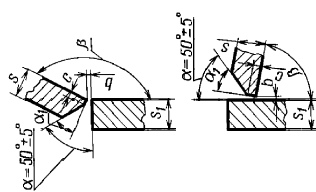
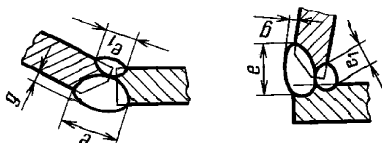
Таблица П.2.1. Типы сварных соединений

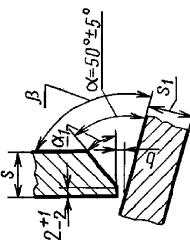
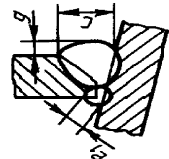
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения подготовленных кромок и выполненного шва	Толщина свариваемых деталей, мм	Угол соединения деталей β , град.	Условное обозначение соединения
Угловое	Без скоса кромок	Односторонний		1–6	197–91 89–5	У1
				7–30	135–91 89–5	
	Двусторонний			2–8	179–91	У3
				2–30	135–91	
				9–30	89–45	
	Со скосом одной кромки	Двусторонний		4–60	179–136	У5
					89–45	
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний		1–60	91–135	Т2

Продолж. табл. П.2.1

1	2	3	4	5	6	7
	Со скосом одной кромки	Двусто- ронний		4–60	91–134	T4
	Со скосом одной кромки	Двусто- ронний		2–60	89–45 91–135	T6

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s, не менее	e, не более	α, град.						b		g		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			β, град						Номинал. Пред. откл.				
					179-160	159-136	135-91	89-61	60-46	45-5	до 90	Св. 90			
У1			0,7s	От 1,0	6	7	S+6			180-β			2	2,5	-0,5 +2,0
				до 1,5	6	7	(s+4)±1			90-β					
				Св. 1,5	7	9	1,75 s+b			2s+b			±1,0	1,5	±1,0
				до 3,0	9	12	S+6			180-β					
				Св. 3,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5
до 6,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 6,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 10,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 10,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 26,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 26,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	
до 30,0	9	12	S+6			180-β			0	1,0	±0,5				
Св. 30,0	9	12	S+6			180-β						0	1,0	±0,5	

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s', \text{ не менее}$	s	$e, \text{ не более}$	$\beta, \text{ град}$		$\alpha_1, \text{ град}$	$b=c$		g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения				e_1	β		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
У5			0,7s	От 4 до 6	1,4s+8		Не более 10		$\alpha - (180 - \beta)$		0,5	
				Св. 6 до 10	1,5s+6		Не более 8		$\alpha - (90 - \beta)$		± 1	
				Св. 10 до 16							2	
				Св. 16 до 26							2	

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		s_1 , не менее	s	e , не более			α_1 , град.		e_1 (справочное)	b		g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			β , град	α -(β -90)	α -(90- β)	Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.		
													91-134	89-46
Т4			0,7s	От 4	1,2s+5	1,3s+6	α -(β -90)	α -(90- β)	3	1	± 1	3	$+1$ -3	
				до 6										
				Св. 6										
				до 8										
				Св. 8	1,2s+5	1,3s+6	α -(β -90)	α -(90- β)		2	$+1$ -2	4	5 ± 3	
				до 12										
				Св. 12										
				до 16										
				Св. 16										
				до 20										
				Св. 20										
				до 24										
				Св. 24										
				до 28										
				Св. 28										
				до 60										

Приложение 3

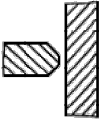
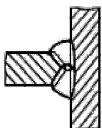
Из ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Сварные соединения*.

Таблица П.3.1. Типы сварных соединений

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения		Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва		
1	2	3	4	5	6	7
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний			0,8–6,0	C2
	Без скоса кромок	Двусторонний			3–12	C7
	Со скосом одной кромки	Односторонний			3–60	C8
	Со скосом одной кромки	Двусторонний			3–60	C12
	С двумя симметричным и скосами одной кромки	Двусторонний			8–100	C15
	Со скосом двух кромок	Односторонний			3–60	C17

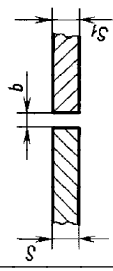
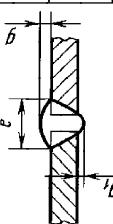
Продолж. табл. П.3.1

1	2	3	4	5	6	7
Угловое	Со скосом двух кромок	Двусторонний			3-60	C21
	С двумя симметричными скосами двух кромок	Двусторонний			6-120	C25
	Без скоса кромок	Односторонний			0,8-30	У4
	Без скоса кромок	Двусторонний			0,8-30	У5
	Со скосом одной кромки	Двусторонний			6-60	У7
	Без скоса кромок	Двусторонний			0,8-40	Т3
	Со скосом одной кромки	Двусторонний			3-60	Т7

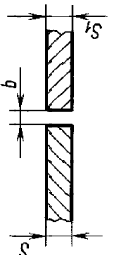
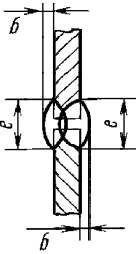
1	2	3	4	5	6	7
	С двумя симметричными скосами одной кромки	Двухсторонний			6-80	T8
Нахлесточное	Без скоса кромок	Двухсторонний			0,8-60	H2

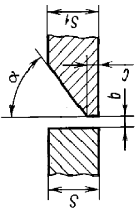
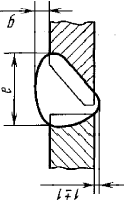
* — в таблицах П.3.1 и П.3.2 приведены сварные соединения, выполненные в среде углекислого газа (УП)

Таблица П.3.2. Конструктивные элементы сварных соединений и их размеры, мм

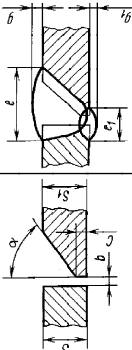
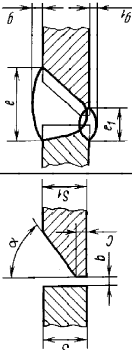
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s \leq s_1$	b		e , не более	g		g_1
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Пред. откл.	Номин.		Пред. откл.	Номин.	
С2			0,8-1,2	+1,0	0	7	1,0	1,0	Пред. откл.
			1,4-2,0						
			2,2-4,0						
			4,5-6,0	+2,0		12			
				±1,5		8	±0,5	1,5	+1,0 -0,5
									±1,0

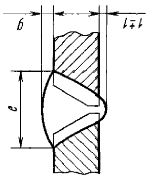
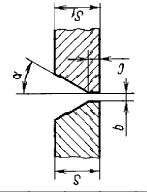
Продолж. табл. П.3.2

Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s \approx s_1$	b		e , не более	g	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.
С7			3,0–4,0	0	+0,5	8,0	1,0	±1,0
			4,5–6,0		+1,0	9,0	1,5	
			7,0–8,0	1,5		10,0		±1,5
			9,0–10,0		±1,0	12,0	2,0	
			11,0–12,0	2,0		14,0		

Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s \leq \delta_1$	b		c		e		g		α , град. (пред. откл. $\pm 2^\circ$)
	подготавливаем ых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
С8			3-4,0	1	± 1			6				40
			4,5-7,0					8	$\pm 2,0$	1,0	$\pm 1,0$	
			8-11,0					14				
			12-14					18				
			16-18					22	$\pm 3,0$			
			20-22					26				
			24-26	2,0	$+1,0$ $-2,0$	2,0	$+1,0$ $-2,0$	30		2,0	$+1,0$ $-2,0$	
			28-30					34	$\pm 4,0$			
			32-34					38				
			36-40					42				

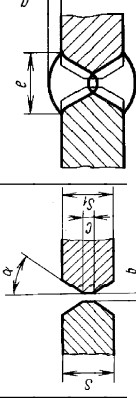
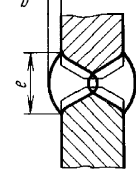
Продолж. табл. П.3.2

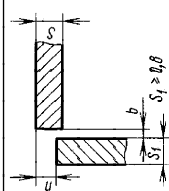
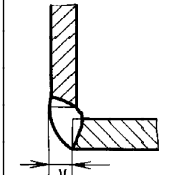
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s \approx s_1$	b		c		e		e_l (пред. откл. $\pm 2^\circ$)	g		g_l		α , град (пред. откл. $\pm 2^\circ$)	
	подготовки- васых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.				
С12			3-4,0	1	± 1	1	± 1	6	$\pm 2,0$	8	1,0	$\pm 1,0$	$2,0 \pm 1,0$		40	
			4,5-7,0					8								
			8-11,0					14								
			12-14					18								
			16-18					22	$\pm 3,0$	10	$2,0$	$+1,0$ $-2,0$				
			20-22					26								
			24-26	$2,0$	$+1,0$ $-2,0$	$2,0$	$+1,0$ $-2,0$	30								
			28-30					34	$\pm 4,0$							
			32-34					38								

Условное обозначение	Конструктивные элементы		$S \leq \delta_1$	b		c		e		g		g_1		α град (пред. откл. $\pm 2^\circ$)
	Подготавли- ваемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
С17			3-4,5	1,0	± 1	1	± 1	9		1,0	$\pm 1,0$			40
			5,0-7,0					8	$\pm 2,0$					
			8,0-10,0					10						
			11,0-14,0					13	$\pm 3,0$					
			16,0-18,0					16						
			20,0-22,0					20						
			24,0-26,0	2,0	$+1,0$ $-2,0$	2,0	$+1,0$ $-2,0$	24		2,0	$+1,0$ $-2,0$	2,0	$\pm 1,0$	
			28,0-30,0					28	$\pm 4,0$					
			32,0-34,0					32						
			36,0-40,0					36						

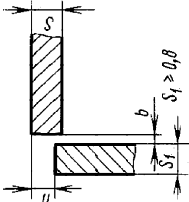
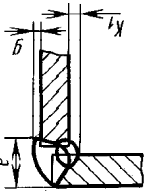
Продолж. табл. П.3.2

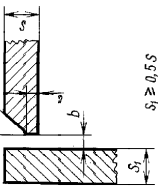
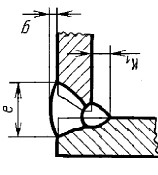
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$s \approx s_1$	b		c		e		e_1 (пред. откл. $\pm 2^\circ$)	δ		δ_1		α , град (пред. откл. $\pm 2^\circ$)
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
С21			3-4,0					6	$\pm 2,0$	8	1,0 $\pm 1,0$	1,0 $\pm 1,0$			40
			4,5-7,0					8							
			8-11,0					10							
			12-14					13	$\pm 3,0$						
			16-18	2,0	$+1,0$ $-2,0$	2,0	$+1,0$ $-2,0$	16							
			20-22					20		10	2,0 $+1,0$ $-2,0$	$+1,0$ $-2,0$			20
			24-26					24	$\pm 4,0$						
			28-30					28							
			32-34					32							
			36-40					36							

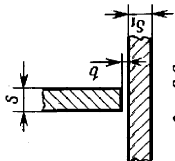
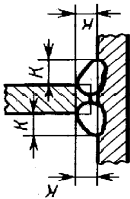
Условное обозначение	Конструктивные элементы		$S \leq 1$	b		c		e		g		α град (пред. откл. ± 2)
	подготавливаем ых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	
С25			6-9	1	± 1	1	± 1	6		0	$\pm 1,0$	30
			10-12					8				
			14-16					10	$\pm 2,0$			
			18-20					12				
			22-28					15				
			30-36	2,0	$+1,0$ $-2,0$	2,0	$+1,0$ $-2,0$	18		2,0	$+1,0$ $-2,0$	
			38-45					20	$\pm 3,0$			

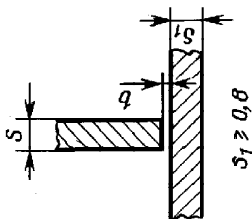
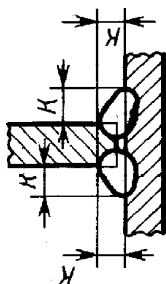
Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	n	b	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
У4			0,8-6,0	Св. 0,5s до 5s	0	+1,0
			7,0-11,0			+1,5
			12,0-30,0			+2,0

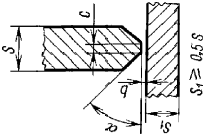
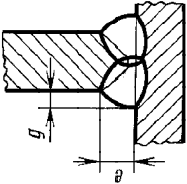
Продолж. табл. П.3.2

Услов- ное обозна- чение	Конструктивные элементы		n	s	b	e		g
	подготавливаемых крайков свариваемых деталей	сварного шва				Номин.	Пред. откл.	
У5			0-0,5s	0,8-1,4	0	4	±1	+1,0
				1,5-2,8				
				3-5		8	±2	+1,5
				5,5-8,0				
				9,0-12		15	±3	+2,0

Услов- ное обозна- чение	Конструктивные элементы		n	s	b	e		g
	подготавливаемых крайков свариваемых деталей	сварного шва				Номин.	Пред. откл.	
У7			0-0,5s	0,8-1,4	0	4	±1	+1,0
				1,5-2,8				
				3-5		8	±2	+1,5
				5,5-8,0				
				9,0-12		15	±3	+2,0

Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	b	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.
ТЗ			0,8–3,0	0	+0,5
			3,2–5,5		+1,0
			7,0–10,0		+1,5
			6,0–20,0		+2,0

Условное обозначение	Конструктивные элементы		s	b		c		e		α, град (пред. откл. +2°)	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номинал.	Пред. откл.	Номинал.	Пред. откл.	Номинал.	Пред. откл.		
Т7	 $s, b \geq a, \delta$		3,0–4,0	+1	±1,0	2,0	+1,0 –2,0	6	±3	45	
			4,5–6,0					8			
			7,0–10,0					12			
			11,0–14,0	+2				16			
			16,0–18,0					20			
			20,0–22,0					24			
			24,0–26,0					28			
			28,0–30,0					32			
			32,0–34,0					36			
			36,0–40,0					42			
				+3							

Услов- нос обозна- чение	Конструктивные элементы		s	b		c		e		g (пред. откл. ±2)	α, град (пред. откл. +2°)
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.		
Т8			6-9	1	±1,0	1	±1,0	8	±2,0	0,08s-0,25s	45
			10-12					10			
			14-18					12			
			20-24	2	+1	2	+1	14	±3,0		
			26-30		-2		-2	16			
			32-36					20			
			38-42					24	±4,0		

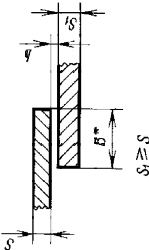
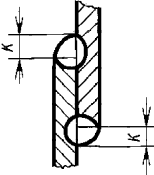
Услов- нос обозна- чение	Конструктивные элементы		s	B	b	
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			Номин.	Пред. откл.
Н2			0,8-2,0	3,0-20,0	0	+0,5
			2,2-5,0			+1,0
			5,5-10,0	8,0-40,0		+1,5
			11,0-28,0	12,0-100,0		+1,5

Таблица П.3.3. Рекомендуемые значения катетов угловых и тавровых швов, мм:

Предел текучести свариваемой стали, МПа	Минимальный катет шва для толщины более толстого из свариваемых элементов							
	От 3 до 4	Св. 4 до 5	Св. 5 до 10	Св. 10 до 16	Св. 16 до 22	Св. 22 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 80
До 400	3	3	4	5	6	7	8	9
Св. 400 до 450	3	4	5	6	7	8	9	10

Примечание: минимальное значение катета не должно превышать 1,2 толщины более тонкого элемента

Таблица П.3.4. Предельные отклонения размера катета шва от номинального значения, мм

Номинальный размер катета	Предельное отклонение
До 5 вкл.	+1,0
	-0,5
Св. 5 до 8 вкл.	+2,0
	-1,0
Св. 8 до 12 вкл.	+2,5
	-1,5
Св. 12	+3,0
	-2,0

Приложение 4

Из ГОСТ 23518–79. Дуговая сварка в защитных газах.
Соединения сварные под острыми и тупыми углами.

Таблица П.4.1. Типы сварных соединений

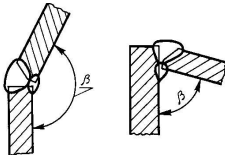
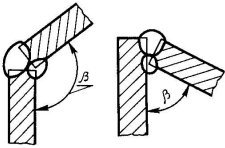
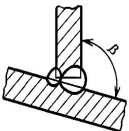
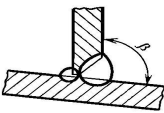
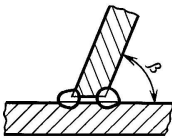
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения подготовленных кромок и выполненного шва	Толщина свариваемых деталей, мм	Угол соединения деталей β , град.	Условное обозначение соединения
Угловое	Без скоса кромок	Двусторонний		3–12	179–136	УЗ
				3–30	135–91 89–45	
				3–60	135–91	
Угловое	Со скосом одной кромки	Двусторонний		4–60	179–136 89–45	У5
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний		1–60	91–135 89–45	Т2
	Со скосом одной кромки	Двусторонний		4–60	91–134	Т4
	Со скосом одной кромки	Двусторонний		2–60	89–45 91–135	Т6

Таблица П.4.2. Конструктивные элементы сварных соединений и их размеры, мм

А. С. РАШКОВСКИЙ, В. Н. ПЕРОВ, С. Н. СЛИЖЕВСКИЙ, Н. В. ЦЫКАЛО

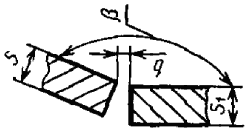
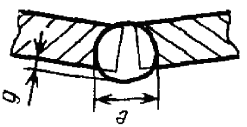
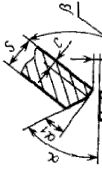
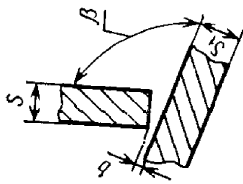
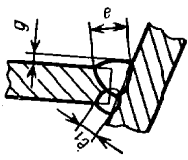
Обозначение соединения	Конструктивные элементы		S	e, не более						b		g			
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва		β, град						Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.		
				179-160	159-136	135-91	89-61	60-46	45-5						
У1			От 0,8 до 2,0	S+6						0	+0,5	1,5	+0,5		
			Св. 2,0 до 4,0	1,75 S + b											
			Св. 4,0 до 6,0	S+4							+1,0	2	+2,0 -1,0	2,0	+1,0 -2,0
				S+5	179-160	159-136	135-91	89-61	60-46						

Таблица П.4.3. Конструктивные элементы сварных соединений и их размеры, мм

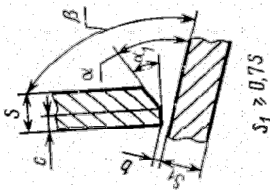
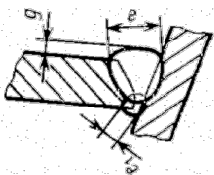
Обозначение соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e, не более						e ₁		b		g			
	подготовлен ных кромок сваривае- мых деталей	сварного шва			β, град						Номин.		Пред. откл.		Номин.		Пред. откл.	
УЗ			УП	От 3 до 4 Св. 4 до 6 Св. 6 до 12 Св. 12 до 14 Св. 14 до 18 Св. 18 до 30	S+5	S+5	S+10	(S+4)+b	1,75S+b	Не более 8	3 (справочное)				2	+2,0 -1,0	2	±1,0
											S+7							
											S+8							
						Св. 30 до 60	-	-	-	-	Не более 10					2		

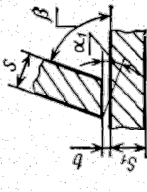
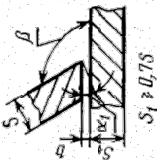
Продолж. табл. П. 4.3

Обозначение соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e, не более		e ₁ , град		α ₁ , град		c		g=g ₁		β, град (пред. откл. ±2°)
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва													
У5			УП	От 5 до 8	179-160	89-46	Св. 90	До 90	До 90	Номин.	Пред. откл.	1,0 ±1,0			45
				Св. 8 до 10	S+3	S+3	Не более 8	3 (сравочное)	-(180-)	-(90-)	0	+1,0			
				Св. 10 до 30	S+3	0,9S+4					2	-2,0	2,0	+1,0	
				Св. 30 до 40		-							-2,0	-2,0	

Обозначение соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e, не более												b	g																		
	подготов- ленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			β, град																															
					91-100	89-80	101-110	79-70	111-120	69-60	121-134	59-46	135	45																						
T2			УП	Св.10,0 до 16,0	0,4S+5	6	91-100	89-80	101-110	79-70	111-120	69-60	121-134	59-46	135	45	10	0	+2,0	±2	5															
				Св.16,0 до 20,0																		8														
				Св.20,0 до 24,0																		0,5 S														
				Св.24,0 до 30,0																																
				Св.30,0 до 40,0	0,6S+5	6																														

Продолж. табл. П.4.3

Обозначение соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e, не более		α_1 , град	e_1	b		δ	c		α_1 , град (пред. откл. $\pm 2^\circ$)
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			β , град	91—134			Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.	
Т4			УП	От 4 до 6	1,4S+2	1,3S+2	$\alpha-(\beta-90)$	3 (справочное)	+2 -1	0,15S—0,5S	2,0 +1,0 -1,0	45		
				Св. 6 до 10										
				Св. 10 до 14										
				Св. 14 до 18										
				Св. 18 до 22										
				Св. 22 до 40	1,2S+2									

Обозначение соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e=g						α_1 , град		b	
					Номин.	Пред. откл.	β , град							
	89-45	91-135									89-45	91-135	В-90	90-В
		УП	От 0,8 до 2,5	2	3	+1	В-90	90-В	0	+0,5				
			Св. 2,5 до 4,0	3	4	+2								
			Св. 4,0 до 6,0	4	5	+2 -1								
			Св. 6,0 до 10,0	5	6									
			Св. 10,0 до 15,0	6	7	± 1								
			Св. 15,0 до 21,0	7	9									
Св. 21,0 до 30,0	8	10	+2,0											
Св. 30,0 до 40,0	12	15												

Приложение 5

Из ГОСТ 8713–89. Сварка под флюсом. Соединения сварные.

В стандарте приняты следующие обозначения способов сварки под флюсом:

АФ – автоматическая на весу;

АФф – автоматическая на флюсовой подушке;

АФм – автоматическая на флюсомедной подкладке;

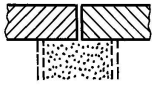
АФп – автоматическая на медном ползуне;

АФш – автоматическая с предварительным наложением подварочного шва;

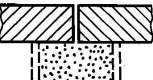
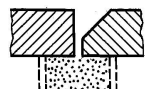
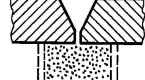
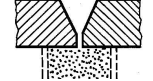
МФ – механизированная на весу;

МФш – механизированная с предварительным наложением подварочного шва.

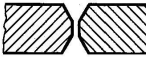
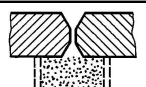
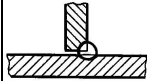
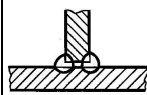
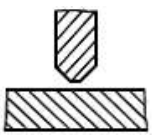
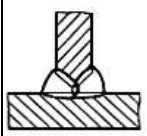
Таблица П.5.1. Типы сварных соединений

Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер сварного шва	Форма поперечного сечения		Способ сварки	Толщина свариваемых деталей, мм	Условное обозначение соединения
			подготовленных кромок	сварного шва			
1	2	3	4	5	6	7	8
Стыковое	Без скоса кромок	Односторонний			АФф	2,0–10,0	С4
					АФм	3,0–12,0	
					АФп	5,0–20,0	

Продолж. табл. П.5.1

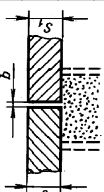
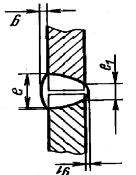
1	2	3	4	5	6	7	8
Стыковое	Без скоса кромки	Двусто- ронний			АФ МФ	2,0–20	С7
					АФш МФш	2,0–12,0	
		Двусто- ронний			АФф	2,0–32,0	С29
	Со скосом одной кромки	Одно- сторон- ний			АФф	8,0–20,0	С9
					АФм		
	С двумя симмет- ричны- ми ско- сами кромки	Двусто- ронний			АФ	20,0–30,0	С15
	Со скосом кромки	Одно- сторон- ний			АФф	8,0–24,0	С18
					АФм	12,0–30,0	
	Со скосом кромки	Двус- торон- ний			АФ МФ	14,0–30,0	С21
					АФф	14,0–30,0	С33

Продолж. табл. П.5.1

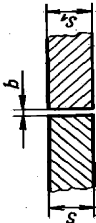
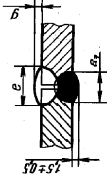
1	2	3	4	5	6	7	8
	С двумя симме- трич- ными скоса- ми кромки				АФ МФ	18,0–60,0	С25
					АФф	18,0–60,0	С38
Угловое	Со скосом одной кромки	Двус- тороний			АФш МФш	8,0–20,0	У7
Тавровое	Без скоса кромки	Одно- сторо- нный			АФ МФ	3,0–40,0	Т1
		Двусто- ронний					Т3
	С двумя симме- трич- ными скоса- ми одной кромки	Двусто- ронний				16,0–40,0	Т8
Нахлесточное	Без скоса кромки	Двусто- ронний			АФ МФ	1,0–20,0	Н2

Примечание: сплошным черным цветом обозначены предварительно наложенные швы.

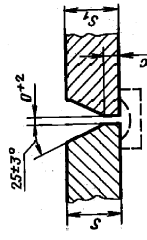
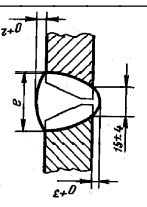
Таблица П.5.2. Конструктивные элементы сварных соединений и их размеры, мм

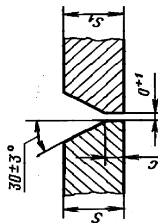
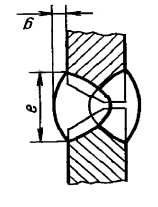
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	b		e , не более	g		g_1					
	подготовленных кромок	сварного шва			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.		НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.		НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.			
С4			АФф	2	0,0	+1,0	12	1,5	±1,0	±1,0					
				Св. 2 до 3	1,0	±1,0	16	2,0	+1,0 -1,5	1,5					
				Св. 3 до 4											
				Св. 4 до 5	1,5										
				Св. 5 до 6											
				Св. 6 до 7	2,0	±1,5	21	2,0	+1,0 -1,5	2,0					
				Св. 7 до 10											

Продолж. табл. П.5.2

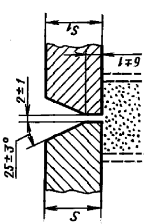
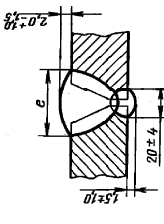
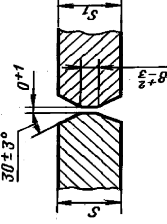
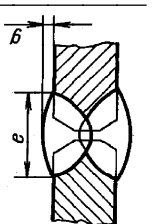
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	b		e , не более	e_1	δ	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.
С7			АФФ; МФш	2	0,5	$\pm 0,5$	8,5	8	1,5	$\pm 1,0$
				Св. 2 до 3	1,0	$\pm 1,0$	10		2,0	$+1,0$ $-1,5$
				Св. 3 до 4			12			
				Св. 4 до 5			14	10		
				Св. 5 до 7	1,5	$+1,0$ $-1,5$	16	12	14	$+1,0$ $-2,0$
							19	14		
				Св. 7 до 12	2,0	$+1,0$ $-2,0$	19	14	3,0	$+1,0$ $-2,0$

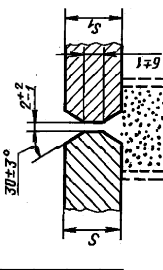
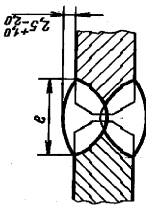
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	b		e , не более	g	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			номинал	пред. откл.		номинал	пред. откл.
С29			АФФ	Св. 22 до 26	5	+1 -2	40	3,0	+2,0 -2,5
				Св. 26 до 30	6	+2 -1	42		+2,0 -3,0
				От 6 до 9	3	±1	22		±1,5
			АФФ*	Св. 9 до 16	4		26	2,5	
				Св. 16 до 24	5	±1,5	34	3	±2
				Св. 24 до 32	6		40		

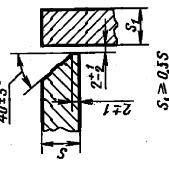
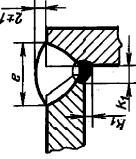
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	e		c ± 1
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.	
C18			АФМ	От 12 до 14	22	± 4	3
				Св. 14 до 20	24		4
				Св. 20 до 26	26	± 5	5
				Св. 26 до 28	30		
				Св. 28 до 30	30		

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	e		c ± 2
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.	
C21			АФ; МФ	От 14 до 16	18	± 3	6
				Св. 16 до 20	22	± 4	7
				Св. 20 до 24	24		8
				Св. 24 до 30	30		

Продолж. табл. П.5.2

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	e		g		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.			
С33			АФФ	От 14 до 18	22	НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.	g	
				Св. 18 до 24	24				
				Св. 24 до 30	30				
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	e		g		
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.			
С25			АФ; МФ	От 18 до 25	24	±4	НОМИН.	ПРЕД. ОТКЛ.	g
				Св. 25 до 38	28	±5			
				Св. 38 до 48	32	±5			
				Св. 48 до 54	36	±5			
				Св. 54 до 60	39	±5			

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	$S = S_1$	e ± 4
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			
С38			АФФ	От 18 до 25	24
				Св. 25 до 40	32
				Св. 40 до 50	38
				Св. 50 до 60	43

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	e	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			номин.	пред. откл.
У7			АФш; МФш	От 8 до 9	13	± 3
				Св. 9 до 12	15	
				Св. 12 до 14	20	
				Св. 14 до 20	25	± 4

Продолж. табл. П.5.2

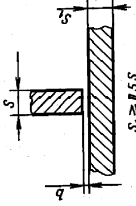
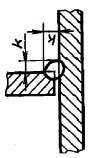
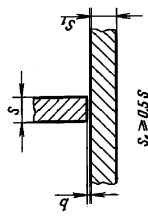
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	b	
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва			номин.	пред. откл.
Т1			АФ; МФ	3	0	+0,8
				Св. 3 до 5		+1,0
				Св. 5 до 40		+1,5
Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		Способ сварки	S	номин.	пред. откл.
	подготовленных кромок свариваемых деталей	сварного шва				
	Т3					
Св. 3 до 5			+1,0			
Св. 5 до 40			+1,5			

Таблица П.5.3. Рекомендуемые значения катетов угловых и тавровых швов, мм

Предел текучести свариваемой стали, МПа	Минимальный катет шва для толщины более толстого из свариваемых элементов							
	От 3 до 4	Св. 4 до 5	Св. 5 до 10	Св. 10 до 16	Св. 16 до 22	Св. 22 до 32	Св. 32 до 40	Св. 40 до 80
До 400	3	3	4	5	6	7	8	9
Св. 400 до 450	3	4	5	6	7	8	9	10

Примечание: минимальное значение катета не должно превышать 1,2 толщины более тонкого элемента.

Таблица П.5.4. Предельные отклонения размера катета шва от номинального значения, мм

Номинальный размер катета	Предельное отклонение
До 5 вкл.	+1,0
Св. 5 до 8 вкл.	+2,0
Св. 8 до 12 вкл.	+2,5
Св. 12	+3,0

Приложение 6

Из ГОСТ 11533–75. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами.

В стандарте приняты следующие обозначения способов сварки под флюсом:

А – автоматическая дуговая сварка под флюсом;

Апш – автоматическая дуговая сварка под флюсом с предварительным наложением подварочного шва;

П – полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом;

Ппш – полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом с предварительным наложением подварочного шва.

Таблица П.6.1. Типы сварных соединений

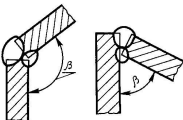
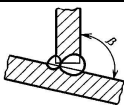
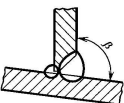
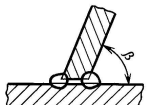
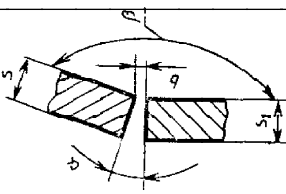
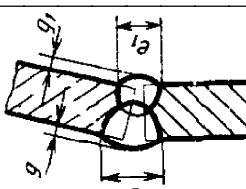
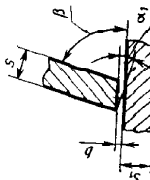
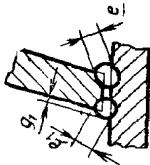
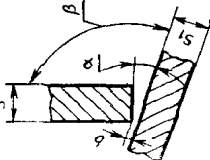
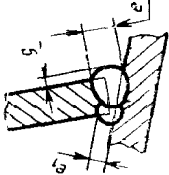
Тип соединения	Форма подготовленных кромок	Характер выполненного шва	Форма поперечного сечения подготовленных кромок и выполненного шва	Обозначение способа сварки	Толщина свариваемых деталей, мм	Угол соединения деталей β , град.	Условное обозначение соединения
Угловое	Без скоса кромок	Двусторонний		А; П	2–20	179–136	У2
				Апш; Ппш	2–5	179–136	
					6–14	135–91 89–45	
					2–30	135–91	
Тавровое	Без скоса кромок	Двусторонний		Апш; Ппш	3–40	91–135	Т2
	Со скосом одной кромки	Двусторонний		Апш; Ппш	8–42	91–134	Т6
	Со скосом одной кромки	Двусторонний		А; П Апш; Ппш	3–40	89–45 91–135	Т4

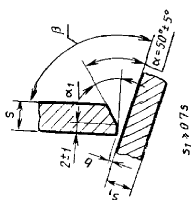
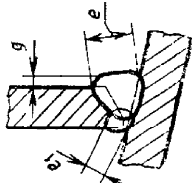
Таблица П.6.2. Конструктивные элементы сварных соединений и их размеры, мм

Условное обозначение	Конструктивные элементы		Обозначение способа сварки	s	e, не более				β, град.				α, град.		e		g			
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			е, не более	e1 не более	β, град.				α, град.		Номин.		Пред. отклон.		Номин.		Пред. отклон.	
У2			А; П	От 2 до 3	10			7			6			+0,5		1,5		+1,0 -1,5		
				Св.3 до 4	12			159-160			159-160					2,0		±1,5		
				Св.4 до 5	14			159-160			169-160			18						
				Св.5 до 6	19			0,4s±12			9			8			+8			
				Св.6 до 9				0,4s+10			14			12						
				Св.9 до 14	23			0,6s+10			23			16			2,5		+1,5 -2,0	
				Св.14 до 20	26			0,6s+10			18									

Условное обозначение	Конструктивные элементы		Обозначение способа сварки	s	e = e ₁ , ±1		α ₁ , град.		α, град.	β ₁ , не менее		b									
	Подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			β, град.		До 90	Номин.		Пред. отклон.											
					89-45	91-135					Св. 90	β, град.									
Т4			А; П	От 3 до 4	5	91-135	Св. 90	До 90	β	3	4	0	+0,8 +1,0								
				Св. 4 до 6																	
				Св. 6 до 10	7	16	β-90	90-β	β	5	0,3s	+1,5									
				Св. 10 до 16																	
				Св. 16 до 40	0,5s																
				до 40																	

Продолж. табл. П. 6.2

Условное обозначение	Конструктивные элементы		Обозначение способа сварки	s	e, не более						e1, не менее	α_1 , град.	b		Пред. отклон.	g
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			β , град.								Номин.	Пред. отклон.		
					91-100	101-110	111-120	121-130	131-135							
Т2			Аппш; Пппш	От 3 до 5	4	6	6	6	6	4	$\beta-90$	2	± 2	Номин.	Пред. отклон.	
				Св.5 до 9	5	8	8	8	8	5						
				Св.9 до 14	6	8	8	8	8	6						
				Св.14 до 20	8	0,4s	0,4s+7	0,6s+7	0,9s+7	1,1s+7	10	2	± 2	5	± 2	
				Св.20 до 24	0,5s	0,4s	0,6s	0,9s	1,1s	8						
				Св.24 до 30	0,5s	0,4s	0,6s	0,9s	1,1s	10						
											$\beta-90$	2	± 2	8	± 2	
														6		
														7		
														8		

Условное обозначение	Конструктивные элементы		Обозначение способа сварки	s	e, не менее		e ₁ , ±1	b		g		
	подготавливаемых кромок свариваемых деталей	сварного шва			β, град.	91—134		Номин.	Пред. отклон.	Номин.	Пред. отклон.	
Т6			Апп; Ппп	От 8 до 10	1,3s+6		5	2 ±2		4	±2	
				Св.10 до 14			6			5		
				Св.14 до 16			7			6		
				Св.16 до 18			8			7		
				Св.18 до 20			9			7		
				Св.20 до 42			10					

**Методические указания к выполнению
курсового проекта по дисциплине
"Основы технологии судостроения и ТСОО"**

П.7.1. Содержание курсового проекта

Курсовой проект по дисциплине "Основы технологии судостроения и ТСОО" выполняются с целью приобретения студентами навыков:

- в чтении рабочих чертежей корпусных конструкций;
- в разработке чертежей и технологии изготовления корпусных конструкций;
- в самостоятельной оценке принятых конструктивных и технологических решений;
- в обосновании принятых решений по усовершенствованию конструкции и технологии ее изготовления;
- в оценке трудоемкости изготовления корпусных конструкций.

Курсовой проект выполняется в VIII семестре. Каждый студент получает индивидуальное задание для выполнения курсового проекта. Курсовой проект включает графическую часть (чертеж секции корпуса судна, ее узлов или схему изготовления, чертеж оснастки или приспособления) и пояснительную записку. Графическая часть оформляется на листах формата А1 или А2.

П.7.2. Требования к оформлению курсового проекта

Титульный лист курсового проекта заполняется в соответствии с приведенным на с. 249. Тема курсового проекта записывается в соответствии с заданием. Например, "Технология изготовления днищевой секции в $r = 151^{1/4}$ шп. – $165^{3/4}$ шп.". Вторым листом является задание на курсовой проект. Третьим листом является содержание с указанием страниц. Затем следуют разделы курсового проекта. Первый лист каждого раздела пояснительной записки должен иметь основную надпись, пример которой приведен на рис. П.7.1,*а*.

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Кафедра технології суднобудування

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ
з технології суднобудування

на тему: _____

Студента (ки) IV курсу _____ групи
спеціальності 135. Суднобудування

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____

Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _____

Члени комісії _____ — _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ — _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

_____ — _____

(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Миколаїв – 201__ рік

					1			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	2	Літ.	Арк.	Аркушів
Студент	Мишкін							
Викладач	Жнець							
						НУК		

а

					3	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		

б

Рис. П.7.1. Пример заполнения основных надписей при оформлении пояснительной записки:

а – на заглавных листах, *б* – на остальных листах

Первый лист раздела пояснительной записки. В графе 1 записывается: КП.135.Судостроение.XXXX.УУ.NN. Здесь XXXX – номер группы, УУ – порядковый номер студента в списке группы, NN – номера данного раздела курсового проекта – 01...04. В графе 2 записывается название данного раздела.

Остальные листы пояснительной записки имеют штамп, пример которого приведен на рис. П.7.1,*б*, где в графе 3 также записывается: КП. 135.Судостроение.XXXX.УУ.NN, где NN – номер данного раздела проекта. Все листы пояснительной записки имеют сквозную нумерацию.

Все рисунки, приведенные в разделах курсового проекта, должны иметь номера и подрисуночные подписи. Рисунки имеют сквозную нумерацию внутри раздела. Номер рисунка состоит из двух цифр: первая показывает номер данного раздела проекта, вторая – порядковый номер рисунка в этом разделе.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Галкин, В. А.** Справочник судосборщика [Текст] / В. А. Галкин. – Л. : Судостроение, 1987. – 272 с.
2. **Галкин, В. А.** Справочник по сборочно-сварочной оснастке цехов верфи [Текст] / В. А. Галкин. – Л. : Судостроение, 1983. – 304 с.
3. **Глозман М. К.** Технологичность конструкций корпуса морских судов [Текст] / М. К. Глозман. – Л. : Судостроение, 1984. – 254 с.
4. ГОСТ 8713–79. Сварка под флюсом. Сварные соединения. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 26.12.1979 г.
5. ГОСТ 5.9324–79. Комплексная система контроля качества. Корпуса металлических судов. Технические требования к проверочным работам при изготовлении узлов и секций. Введен 1.01.1981 г.
6. ГОСТ 2.312–73. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений. Введен 1.01.1973 г.
7. ГОСТ 5264–80. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 1.07.1981 г.
8. ГОСТ 11534–75. Ручная дуговая сварка. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 1.01.1977 г.

9. ГОСТ 14771–76. Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 1.07.1977 г.

10. ГОСТ 23518–79. Дуговая сварка в защитных газах. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 1.01.80 г.

11. ГОСТ 5.9083–72. Корпуса стальных судов. Сварка углеродистых и низколегированных сталей. Основные положения. Введен 1.05.1975 г.

12. ГОСТ 5.1093–78. Соединения сварные стальных корпусных конструкций надводных судов. Введен 1.03.1980 г.

13. ГОСТ 8713–79. Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 1.01.1981 г.

14. ГОСТ 11533–75. Автоматическая и полуавтоматическая дуговая сварка под флюсом. Соединения сварные под острыми и тупыми углами. Основные типы, конструктивные элементы и размеры. Введен 1.01.1977 г.

15. ГОСТ 5521–93. Прокат стальной для судостроения. Технические условия. Введен 28. 07.1995 г.

16. ГОСТ 9467–75. Электроды покрытые металлическими для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Введен 1.01.1987 г.

17. ГОСТ 2246–70. Проволока стальная сварочная. Технические условия. Введен 1.01.1973 г.

18. ГОСТ 9087–81. Флюсы сварочные плавленные. Технические условия. Введен 1.01.1982 г.

19. ГОСТ 8050–85. Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия. Введен 29.07.1995 г.

20. ГОСТ 2601–84. Сварка металлов. Термины и определения основных понятий. Введен 1.07.1985 г.

21. **Желтобрюх, Н. Д.** Технология судостроения и ремонта судов [Текст] / Н. Д. Желтобрюх. – Л. : Судостроение, 1990. – 344 с.

22. **Жигулина, С. И.** Сварные соединения стальных корпусных конструкций [Текст] : учебно-метод. пособ. / С. И. Жигулина, В. Н. Перов, А. С. Рашковский. – Николаев : УГМТУ, 2003. – 53 с.

23. **Жигуліна, С. І.** Технічне нормування праці в суднобудуванні [Текст] : методичні вказівки / С. І. Жигуліна, О. С. Рашковский, А.М. Фаріонов. – Миколаїв : УДМТУ, 2003. – 68 с.

24. **Кузьменко, В. К.** Автоматизация и механизация производственных процессов в судостроении [Текст] / В. К. Кузьменко. – Л. : Судостроение, 1972.

25. Механизация и автоматизация судостроительного производства [Текст] : справочник / Л. Ц. Адлерштейн, М. И. Клестов, Л. А. Нахамкин [и др.] ; под общ. ред. Л. А. Нахамкина. – Л. : Судостроение, 1988.

26. Модульная постройка судов [Текст] / Л. Ц. Адлерштейн, Г. В. Бавыкин, А. Л. Васильев [и др.]. – Л. : Судостроение, 1983. – 320 с.

27. Основы механизации и автоматизации судостроительного производства [Текст] : учебник / Г. В. Бавыкин, В. П. Доброленский, А. С. Рашковский, В. Ф. Соколов [и др.] ; под общ. ред. В.Ф. Соколова. – Л. : Судостроение, 1989. – 360 с.

28. Основы технологии судостроения [Текст] : учебник / В. Л. Александров, Г. В. Бавыкин, В. П. Доброленский, А. С. Рашковский, В. Ф. Соколов [и др.] ; под общ. ред. В. Ф. Соколова. – СПб. : Судостроение, 1995. – 400 с.

29. **Перов, В. М.** Технологічність корпусних конструкцій [Текст] : методичні вказівки / В. М. Перов, Н. В. Цикало. – Миколаїв : НУК, 2012. – 81 с.

30. **Рашковский, А. С.** Сварные соединения стальных корпусных конструкций [Текст] : метод. пособие / А. С. Рашковский. – Николаев : НКИ, 1992. – 48 с.

31. **Рашковский, А. С.** Технология изготовления секций корпуса судна [Текст] : методические указания / А. С. Рашковский, А. М. Фарионов, С. И. Жигулина. – Николаев: НКИ, 1990. – 50 с.

32. **Рашковский, А. С.** Проверочные и контуровочные работы при изготовлении секций корпуса судна [Текст] : методические указания / А. С. Рашковский, А. М. Фарионов, С. И. Жигулина. – Николаев : НКИ, 1990. – 15 с.

РУССКО-АНГЛИЙСКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ

Данный словарь терминов, используемых в практике работы судостроительных верфей и при подготовке специалистов для судостроения, составлен на основании "Словаря по технологии судостроения", изданного под редакцией профессоров Е. Вибека и В. Д. Мацкевича. Он включает термины по следующим основным направлениям: производственный процесс, плазовые и разметочные работы, изготовление деталей корпуса судна, сборка и сварка корпуса, спуск и докование судов, корпусостроительные работы, монтаж судовых энергетических установок, испытание и сдача судов, подъемно-транспортные работы.

Аварийный агрегат
аварийный компрессор
автогенная резка
автоматическая сварка
агрегатный узел
акватория верфи
акт приемки
амортизатор
антикоррозионная краска
арматура
атомная силовая установка

emergency unit
emergency compressor
flame cutting
autowelding
unit assembly block
shipyard basin
statement of delivery
shock absorber
anticorrosive paint
fittings
nuclear power plant

База (расстояние между опорами)	unsupported length
база данных	data base
базовая деталь	basic hull component
базовая линия	base line
базовый склад	basic store
баксовое давление	pivoting pressure
балансировка винта	balancing of a propeller
балка	beam
балка жесткости	stiffening girder
балластировка (дока)	ballasting
балочный задержник	beam brake
баржа	barge
батокс	buttock
батопорт (плавучий затвор)	dock pontoon
башенные леса	tower type shoring
башенный кран	tower crane
башня плавучего дока	side wall of a dock
башня стапельных лесов	staging tower
бегучий такелаж	running rigging
безгротовая резка	crast-free cutting
бензель	seizing
беседка	boatswain's chair
бескничное соединение	bracketless joint
блок секций	block of sections
блок судна с насыщением	section block with outfitting
блочный метод строительства	block-building method
боковая клетка	side cribbing
боковая стенка дока	side wall of a dock
боковой кильблок	side kiel block
боковой спуск	side launching
боковой упор (в доке)	side shore
бортовой вырез	ship's side opening
бревно	log

брезент	tarpauling
брезентовый чехол	tarpauling cover
бросательный конец	heaving line
брус	bar
брусок настила палубы	plank
брызгозащитный кожух	splash plate
буксир (судно)	tug
бульб (оконечность судна)	bulb
бульбовый профиль	bulb section
бухта (каната, троса)	coil of rope
бухта (провода)	coil of wire
бухтина	bulge
Вакуумный присос	vacuum socker
вал	shaft
валиковая кисть	paint roller
валок	roll
валоповоротное устройство	shaft turning gear
валопровод (линия вала)	shaft line
ванна для травления	pickling bath
ванта	shroud
ватервейс	waterway plank
ватерлиния	water line
ватерпас (уровень)	water level
ввод (судна) в сухой док	dry-docking
ввод кабеля	cable lead-in
вентиляционный раструб	ventilating cowl
вертикальный судоподъемник	vertical ship lift
верфь	yard
верхний валок	upper roll
весок (отвес)	plumb
взаимозаменяемость	interchangeability
виброгаситель	oscillation damper
вибродатчик	vibration pick-up indicator

виброметр	vibrometer
вибросито	vibrating screen
визирная труба	finder
визуальный контроль (осмотр)	visual inspection
вилочный захват	fork grip
винтовая стойка	screw stanchion
винтовая стяжка	turnbuckle
винтовой домкрат	screw jack
винтовой захват	screw grip
винтовой прижим (струбцина)	screw clamp
винтовой талреп	rigging screw
водопескоструйная очистка	water sandblasting
воздушно-дуговая резка	air-arc cutting
воздушно-дуговая строжка	air-arc gauging
канавок	
воздушно-плазменная резка	plasma cutting
волнистость	buckle
волнообразный лист	wave shape plate
временное крепление	temporal attachment
время нахождения судна в доке	docking time
время отдыха	rest time
время эксплуатации	service time
всплытие (до отделения полозьев от спусковых дорожек)	beginning of floating up till free floating off
всплытие (перед выводом судна из дока)	floating up
всплытие (подъем оконечности при спуске на воду)	stern lifting
вспомогательное производство	auxiliary production
вспомогательный котел	auxiliary boiler
вспомогательный механизм	auxiliary machinery
выбег судна	stopping way of a ship

вывод (судна) из дока	undocking
вывод судна из сухого дока	dry-dock launching
выгрузка (груза)	unloading
выгрузка груза (с судна)	unshipment
выдержка (без падения давления)	time lag without pressure drop
вылет (крана)	boom
выравнивание (деталей на стапеле)	fairing
вырез для облегчения веса конструкции	lightening hole
вырезка деталей	cutting of structural members
вырубка шва	cutting away of a seam
высадка кромок (фланжировка)	joggling
высокопрочная сталь	high tensile steel
высота подъема	height of lift
высота профиля	height of profile
выход судна	ship's departure
вязание узла	knot-tying
вязкость	viscosity
Габаритный размер	overall dimension
газопламенная очистка	flame cleaning
газорезательная машина	flame-cutting machine
газорезательный автомат	automatic flame-cutting machine
гаммаграфирование	gamma-ray examination
гарантийное обязательство	guaranty obligation
гарантийное письмо	letter of guarantee
гарантийный срок	guarantee period
гарантия	guarantee
генеральный график работ	general progress chart of works
геодезическая линия	geodesic line
геометрически подобная модель	geometric similar model
геометрия судна	geometry of a ship

герметичность	hermetical tightness
гибка листа	plate bending
гибка листа по конической поверхности	conical plate bending
гибка местным нагревом	forming by local heating
гибка на плите	anvil bending
гибка по цилиндрической поверхности	circle plate bending
гибка с приданием двоякой кривизны	two axis bending
гибка с приданием кривизны одного направления	one axis bending
гибка труб	pipe bending
гибкое лекало	sheer lath
гибочные вальцы	bending rolls
гибочный диск	bending disk
гибочный пресс	bending press
гибочный станок	bending machine
гибочный шаблон	set iron
гидравлический домкрат	hydraulic jack
гидравлический пресс	hydraulic press
гидравлическое испытание	hydraulic test
гильотинные ножницы	guillotine shears
главная силовая установка	main propulsion plant
главное производство	basic production
главный двигатель	main propulsion engine
глубиномер	depth meter
глушение (трубы)	stopping up
гнутой лист	curved sheet
гнутой профиль	bended bar
головка резака	blowpipe head
головное судно	prototype ship
горячая гибка	hot forming
гофрирование	corrugating

гофрирование листов переборки	langing of bulkhead plates
грат (заусенец)	burr
график работ	work schedule
гребной вал (концевой вал)	propeller shaft
гребной винт	propeller
гребной винт регулируемого шага	variable-pitch propeller
гребной винт фиксированного шага	fixed-pitch propeller
грузовой гак	cargo hook
грунт (краска)	priming paint
Давление на копыля	poppet pressure
давление на кормовой блок	pressure on the aft block
давление на насалку	pressure on launching grease
давление на опору	support pressure
давление на порог стапеля	way-end pressure
давление на спусковые салазки	launching pressure
давление на стапель	pressure on the standing ways
движение	movement
двусторонняя сварка	two-sided welding
двутапавровая балка	I-girder
двухбашенный плавучий док	double-walled floating dock
дейдвуд	deadwood
дейдвудная труба	shaft stern tube
действие	action
декоративная зашивка	decorative lining
декоративная планка	finishing strip
дельные вещи	hull fittings
деревобрабатывающий цех	wood working shop
деревобрабатывающий станок	wood processing machine
деревянный шаблон	wooden template
держатель	holder
деталь	detail
дефект	defect

дефект (газовой) резки	cutting defect
деформация корпуса	hull deflection
деформация поперечного сечения судна	distortion of ship's cross section
диаграмма спуска	launching diagram
диаметральная плоскость	longitudinal center plane
дизель	Diesel engine
дизель электрическая установка	Diesel-electric propulsion plant
динамометрический ключ	torque indicating wrench
дисбаланс винта	unbalance of a propeller
дисковая пила	disk saw
дисковые ножницы	disc shears
дифферент	trim
дифферент на корму	trim by the stern
дифферент на нос	trim by the head
доводка	reworking
доделочные работы	finish-off works
док	dock
док-кессон	caisson for afterbody or forebody
докование	docking
доковая клетка	careering grid
доковая клетка (килевая)	keel-track cribbing
доковая клетка (скуловая)	bilge cribbing
доковая опора	dock support
доковый чертеж	docking plan
домкрат	hoisting jack
допуск	tolerance
допустимое отклонение	specific tolerance
дорн (сменная оправка для труб)	removable mandrel
дорожки для поперечного перемещения судна	shifting ways

дорожки для поперечного спуска	launching ways for side launching
доска	board
достроечная набережная	fitting-out quay
достроечно-монтажные работы	fitting-out work
достроечные работы	fitting out
достроечный док	outfitting dock
достроечный период	fitting-out period
достроечный участок	fitting-out region
достроечный цех	fitting-out shop
достройка судна	fitting-out of a ship
древесина	wood
древесно-волоконистая плита	wood-fiber plate
древесно-стружечная плита	splint-slab plate
дрейф	drift
дробемет	wheelabrator
дробеметная очистка	shot blast cleaning
дробеструйный аппарат	shot blasting plant
дробь	shot
дуга (резка)	arc
дуговая резка	arc cutting
дюритовое соединение	rubberized-fabric hose
Единичное производство	unitary production
Железнодорожный путь	rail track
жила кабеля	wire strand
Забортная арматура	outboard fittings
заводка болта	inserting a bolt
заводка стропа	setting up a sling
заводское испытание	factory test
заглушка	blank flange

заготовка	blank
загрязнение	pollution
заданный размер	given dimension
здвижка (клинкет)	gate valve
заделка конца троса	pointing of a rope
заделка коуша	turning in of a thimble
задержник	brake
зажимной хомут	jamming piece
заземление	earthing
зазор	gap
зазор между ножами	gap between blades
зазор под сварку	joint opening
заказчик	customer
закалка	hardening
закатка тележек	roll on of carriages
закладка корпуса	keel-laying
закладная секция	laying-down section
заклепка	rivet
закрепление	fixation
закругление кромки реза	rounding of edge
заливка кабельной коробки	sealing cable box
заливка подшипника	lining-up a bearing
заливка смолой	paying by pitch
замазка	putty
заполнитель	filling-in matter
заполнитель слоистой конструкции	sandwich core
запорная арматура	cut-off fittings
запрессовка	press-fitting
заслонка	shutter
застропливание	slinging
затвор (ворота дока)	dock gate
затопление дока	flooding of a dock
затягивание болта	tightening of a bolt

затягивание кабеля (кабельная разводка)	cabling
захват (губка)	clamp
захват (подъемное приспособление)	lifting tackle
зачистка (кромки после газовой резки)	burring
зачистка кромок	cutting of selvages
зашивка панелями	wall lining
зенковка	counter sinking
зигование	bead forming
Изготовление деталей	components fabrication
излом	deviation
имитирующее устройство	simulator
индивидуальное производство	custom-made construction
индивидуальный процесс	individual process
искривление вала	curvature of a shaft
искробезопасный инструмент	sparkproof tool
исправление	improvement
испытание	test
испытание (проверка)	inspection
испытание в полном грузу	full-load trial
испытание главного двигателя	main engine trial
испытание головного судна	first-of-a-class trial
испытание давлением	pressure test
испытание давлением воды	water-pressure test
испытание качки судна	ship motion trial
испытание механизмов	machinery test
испытание на водонепроницаемость	watertightness testing
испытание на газонепроницаемость	gastightness test
испытание на нефтенепроницаемость	oiltightness test

испытание обдувом	air-blast test
испытание под нагрузкой	load test
испытание поливом	hose test
испытание рулевого устройства на заднем ходу	aft steering test
испытание рулевого устройства на переднем ходу	ahead steering test
испытание сжатым воздухом	air-pressure test
испытания маневренных качеств	manoeuvrability trial
испытания на мерной миле	speed trials over the measured mile
испытания на швартовах	bollard trial
испытательный стенд	testing stand

Кабель	cable
кабельная коробка	cable transit box
кабельная панель	cable panel
кабельный барабан	cable drum
кабельный канал	cable duct
кабельный кран	cable crane
кабельный наконечник	cable socket
каболка	cable jam
календарный график работ	operations schedule
калькуляционное время	calculated time
канатный задержник	cable brake
кантование	tilting
кантователь	tilting device
каркас	skeleton
карта раскроя	cutting-out chart
касательная	tangent
качающаяся постель	swing jig
керамическая плитка	ceramic tile
кernение	center-punching

кернер	center punch
керосиновая проба («на мел-керосин»)	«chalk-kerosine» test
кессон	caisson
килевая линия	keel line
кильблок	keel block
кингстонная выгородка	sea valve chest
кингстонная коробка	inlet suction box
кислородная резка	oxigen cutting
кислородная строжка	oxygen planing
кислородно-ацетиленовая резка	oxyacetylene cutting
кислородно-дуговая резка	oxygene-arc cutting
кислородно-пропановая резка	oxypropane cutting
кислородно-флюсовая резка	powder cutting
кисть	brash
клемма	terminal
клепанный шов	riveted seam
клетка (на стапеле)	cribbing
клеющая способность	adhesive ability
клин	wedge
кница	bracket, knee
кничное соединение	bracket joint
ковш стапеля	gutter of a slipway
кожух двигателя	machinery engine casing
кожух дымовой трубы	funnel casing
козловой кран	gantry crane
козлы	trestle
колесо трубопровода	elbow
колер	tint
кольцегибочный станок	rings bending machine
комингс	coaming
комингс горловины	manhole coaming
комингс двери	door coaming

комингс люка	hatchway coaming
компаундная мастика	sealing compaund
комплексная механизация	complex mechanisation
комплектация деталей	structural member completion
комплектовочная площадка	completion space
компрессор	compressor
кондуктор	jig
конец реза	end of a cut
консервация	conservation
консистенция краски	consistence
консольная газорезательная машина	radialarm cutting machine
конструктивная модель корпуса	built-up model
конструктивный дифферент	designed slope of keel
конструктивный элемент	structural member
конструкторская подготовка производства	constructive preparatory work
контрагент (предприятие)	contractor
контроль без измерений (визуальный контроль)	check by visual inspection
контроль дифферента	trim monitoring
контроль качества	check of qualitative characteristics
контроль осадки	draught control
контроль остойчивости	stability control
контрольная риска	control mark
контуровка	profiling
концевая арматура	end fittings
копылья	launching poppets
копылья левого борта	port poppets
копылья правого борта	starbord poppets
кормовой перпендикуляр	aft perpendicular
кормовой полоз	stern sliding way
кормовой шпангоут	aft frame

кормовые копылья	aft poppets
коробление	warpage
коробчатый профиль	box section
корпус дока	dock structure
корпусосборочный цех	hull assembly shop
котел	boiler
котельное отделение	boiler room
коуш	thimble
кран	crane
кранец	fender
крановая тележка	crane carriage
крановый путь	crane track
краситель	pigment
краска	paint
краскосмеситель	paint mixer
крен	heel
кренование судна	heeling experiment
кривизна	curvature
криволинейная спусковая дорожка	cambered slipway
кринолин	crinoline
кромка	edge
кромка реза	edge of a cut
кромкогибочный (фланцегибочный) станок	flanging machine
кромкострогательный станок	edge planning machine
кронштейн	bracket
кронштейн вала	shaft bracket
круглый стальной прокат	round steel bar
круговой рез	circle cut
крупногабаритная деталь	bulky member
крышка люка	hatchway cover
крюк	crane hook
кувалда	sledge hammer
курковый задержник	trigger brake

Лазер	laser
лак	varnish
лакирование	lacquering
лебедка	winch
легированная сталь	alloyed steel
легкая переборка	non-structural bulkhead
легкий сплав	light-metal alloy
лекало	mould
лекальная линия	curve
ленточная пила	band saw
ленточный конвейер	bandconveyer
леса	assembling scaffold
леса на кронштейнах	corbel shoring
линиягиба	line of bend
линияпогиби	camber line
линия слома	knuckle line
линия штевня	stem contour
линолеум	linoleum
линь	line
лист	plate
лист двоякой кривизны	double-curved plate
лист конической формы	conical plate
лист с изгибом в двух плоскостях	crowned and twisted plate
листовая деталь	plate member
листовой прокат	rolled plates
листогибочные вальцы	plate bending rolls
листогибочный станок	plate bending machine
листопрямительные вальцы	plate straightening rolls
листоукладчик	plate packer
ломик	wrecking bar
ляльная крышка	limber board
люверс	eyelet

Магистральный кабель	feeder cable
макет	mock-up
малка	bevel
малкование	bevelling
малковочный станок	angle flanging machine
малочник	bevel protractor
малярный цех	painting shop
манипулятор	manipulator
марка углубления	draught mark
маркировка кабеля	cable marking
массовое производство	mass production
мастика для палубного покрытия	deck cement mastic
масштабная линейка	bar
масштабная разбивка	scaled laying-off
масштабное макетирование	scale modelling
математическое моделирование	simulation
материальное снабжение	material supply
машинное время	machine time
машинное отделение	engine room
машинный резак	machine cutting blowpipe
мерная миля	measured mile
местный кабель	wiring cable
металлизация напылением	metal spray coating
метательный материал	shot blasting medium
метод	method
метод вычерчивания обводов корпуса	numerical fairing
метод измерения	measuring method
метод постройки из крупных блок-секций	block section building method
механизация	mechanisation
механизированная резка	machine cutting

механическая очистка	mechanical cleaning
механическая резка	machine cutting
механическая резка по упору	machine cutting using «universal stop»
механическая установка	machinery
механический цех	machine shop
мишень	target
многоплунжерный пресс	multiplunger press
многорезаковая	multiblowpipe machine
газорезательная машина	
многорезаковая резка	multiblowpipe cutting
модульная конструкция	modular design
монтажная рама	mounting frame
монтажное натяжение	mounting tension
монтажные работы	assembly work
монтажный (сборочный)	assembly drawing
чертеж	
монтажный блок	assembling unit
монтажный подшипник	dummy bearing
монтажный стык	mounting butt
мортира (выход вала)	propeller-shaft exit
мостовой кран	overhead travelling crane
мундштук	nozzle
муфта	coupling
муфтовое соединение	sleeve joint
Набор	framing
нагревательная печь	heating furnace
нагрузочное устройство	loading equipment
надрез	notch
наждачная бумага	abrasive paper
нажимной валок	squeezing roll
нажимной диск	squeezing disk
найтов	lashing

накладывание бензеля	clapping on of a seizing
накладывание марки	clapping on of a mark
наклон стапеля	slope of the slipway
наклонный судоподъемник	inclined ship lift
наклонный стапель	inclined slipway
налив	filling
наливной док	flooding dock
нанесение меловой линии	chalking
напор	pressure head
напорная труба	pressure tube
направление резки	direction of a cut
направляющий рельс	track guide
наращивание кабеля	splicing of a cable
наружный осмотр	visual examination
насалка	launching grease
насос	pump
настил	plating
настил лесов	staging
настройка постели	adjustment of assembly jig
насыщение корпуса судна	outfitting of hull
насыщение секций	outfitting of sections
натурная плазовая разбивка	full-scale laying-off
натурные испытания	full-scale tests
начало реза	start of a cut
необрастающая краска	antifouling paint
неплоскостность	unfairness
неплотность	untightness
неразрушающее испытание	nondestructive testing
нивелир	level
нижний валок	lower roll
ножницы	shears
ножницы для обрезки кромок	squaring shears
ножницы для резки	bar shears
профильного проката	

нормаль	normal
нормальный спуск	normal launching
норматив	unit output
нормирование	normalization
нормированное время	normed time
носовой бульбообразный	bulbous bow frame
шпангоут	
носовой перпендикуляр	fore perpendicular
носовой полоз	bow sliding way
носовой шпангоут	fore frame
носовые копылья	fore poppets
Обводы судна	body lines of a ship
обделка из полукруглой	half-round iron moulding
стали	
обделка люка	hatch moulding
обдирка	roughing-out
обезжиривание	degreasing
обжатие	clamping
обжимная муфта	clamping ring coupling
облицовочное покрытие	facing slab
обмер (судна)	admeasurement
оболочка	shell
оборудование	equipment
оборудование для	hull shifting mechanism
перемещения корпуса судна	
обрезка в чистый размер	cutting to size
обрезка кромок листа	plate-edge planing
обрезки	shear cuttings
обрешетник	base timber
обстройка помещения	ship joiner work
обух	eye
обшивка (бортовая)	side plating
обшивка (внутренняя)	lining

обшивка (днища)	bottom plating
обшивка (изоляция)	insulating shearing
объемная секция	volume section
огнестойкая краска	fire-proof paint
огнестойкая пропитка	fire-protecting impregnation
односторонняя сварка	one-sided welding
окалина	scale
оконцевание кабеля	terminating of cable ends
окраска (окрашивание)	painting
оксидирование	oxidation
окунание	dipping
олифа	drying oil
оперативное время	operative time
операция	operation
опережение графика	graphs outstrip
оплетка	braiding
опора	support
опорно-транспортное устройство	supporting and transporting device
опорные устройства	filling pieces
опорный брус	supporting bar
опорный валок	supporting roll
опорный подшипник	line-shaft bearing
опрессовка	moulding
опрокидывание (потеря устойчивости)	capsizing
опрокидывание (при спуске на воду)	tilting
опускание (груза, судна)	lowering
осадка кормой	aft draught
осадка на ровный киль	even keel draught
осадка после спуска	launching draught
освоение серии	series mastering
осмотр	survey

осмотр повреждения	damage survey
оснастка (средства механизации)	rigging
основное время	main time
остаточная деформация	residual deformation
остойчивость при спуске	launching stability
островная схема формирования	island-type building method
осушение дока	emptying of a dock
отгибка фланцев	flanging
отделка каюты	cabin furniture
отжимной болт	setting bolt
отклонение в положении	position discrepancy
отклонение в размерах	linear discrepancy
отклонение от заданной формы	form deviation
отливка	casting
отсек	compartment
отстропливание	strop-off
оттенок	hue
очистка от окалины и ржавчины	scale and rust removing
очистка щетками	dressing by brushes
ошкуривание	emerying
Падение давления	pressure drop
паз (монтажный шов)	mounting seam
пакетная резка	stack cutting
пакля	oakum
палубная линия	deck line
палубная нескользящая краска	non-slip deck paint
параллельное насыщение секций	parallel outfitting of sections
парогенератор	steam generator
парусина	canvas

парусиновый чехол	canvas cover
пассивирование	passivating
патрубок	nipple
пачка (листов)	batch of plates
пенопластовый наполнитель	foam plastic core
переборочный сальник	bulkhead stuffing-box
передача (с места на место)	transfer
передвижка судна	moving of a ship
перекос	skewing
перекрестие (в визирной трубе)	cross lines
перекрестные элементы конструкции	intersecting members
перемещение верхнего вала	displacement of upper roller
перемещение груза	load shifting
перемещение крана	crane travelling
перемещение резака	cutting blowpipe travel
перемычка	bridge
переналаживаемая постель	readjustable jig
переносная газорезательная машина	portable oxygen cutting machine
пересечение (связей)	intersection
перечень работ	list of works
период спуска (начальная фаза)	pre-launching
период спуска (фаза спуска)	phase of launching
пескоструйная очистка	sand blast cleaning
пиковое давление	peak pressure
пила	saw
пиломатериалы	lumber
пирамидальная схема формирования корпуса	pyramidal-type building method
плавное сопряжение	fairing curve fitting
плавучий док	floating dock

плавучий кран	floating crane
плавучий однобашенный док	single-walled floating dock
плавучий пирс	floating pier
плавучий склад	floating warehouse
плавучий стенд	floating test stand
плавучий судоподъемник	float ship lift
плавучий транспортный док	transporting floating dock
плаз (участок)	mould loft
плазменная струя	plasma jet
плазменно-дуговая резка	plasma-arc cutting
плазовая ордината	mould-loft offset
плазовая рейка	fairing batten
плазово-разметочное бюро	template drawing office
плазовые работы	mould-loft work
плазовый груз («крыса»)	sheer iron
плазовый корпус	framing plan
плазовый разметчик	loftsman
плазовый шаблон	mould-loft template
планка	strip
плановая единица	planned unit
пластмассовая прокладка	plastic spacer
пленка	film
пленка окисла	oxide film
пленкообразующее вещество	film-forming substance
плинтус	plinth
плоский лист	flat sheet
плоское днище	flat bottom
плоское полотно	flat panel
плоскостная секция	flat section
плоскость ватерлинии	water line plane
плоскость гиба	bending plane
плоскость мидель-шпангоута	midship section plane
плоскость среза	plane of cut
площадка лесов	scaffolding

плунжер	plunger
пневматическая рубка	pneumatic chiselling
пневматический домкрат	pneumatic jack
пневмощетка	pneumatic brush
поверхность двоякой кривизны	double-curved surface
поверхность корпуса судна	ship's hull surface
поверхность обшивки	skin surface
поверхность скольжения	area of sliding surface
поворотливость судна	turning quality of a ship
погибь	camber
погибь палубы	deck camber
погрешность	error
погрешность измерения	measurement error
погружение в воду	immersion in water
погружение кормой	stern immersion
погрузка (груза)	loading
погрузочное приспособление	loading device
подача груза	loading operation
подбрюшник	cradle plate
подварка	back-up welding
подвеска	suspension
подвесная площадка	suspended scaffold
подвесные леса	hanging staging
подводная резка	underwater cutting
подгибка	presetting
подготовительно- заключительное время	preparatory and conclusive time
подготовка к окраске	cleaning and priming
подготовка производства	preparatory work
поддон	pallet
подетальная сборка	member assembly
подклинивание опор	setting-up of supports
подключение кабеля	cable connecting
подкрановый рельс	crane rail

подошва дока	floor dock
подплавление кромки реза	melting of edge
подпорка	stand
подстилочные доски	dunnage wood
подтягивание (при монтаже секций)	pulling together
подушка	bedding
подшивка полоза	bottom layer
подшипник	bearing
подшипник вала	shaft bearing
подшипник качения	roller bearing
подшипник скольжения	sleeve bearing
подъездной путь	drive way
подъем груза	hoist
подъемная траверса	equalizing boom
подъемно-транспортные работы	hoisting-transport works
подъемно-транспортные средства	hoisting-transport facilities
пожарная арматура	fire fittings
позиционер	positioner
позиция	position
поковка	forging
покрытие	coating
поле допуска	zone of tolerance
полезная грузоподъемность	cargo-carrying capacity
полирование	polishing
полиспаст	tackle
политура	lac varnish
полуавтоматическая сварка	semiautomatic welding
полуобъемная секция	semi-volume section
полуфабрикат	semifinished product
понтон	pontoon
поотсечная сборка	compartment assembly of hull

поперечная кривизна	transverse curvature
поперечная развертка	transversal development
поперечный стапель	side slipway
порог дока	dock sill
порог стапеля	ways end
портальная газорезательная машина	gantry oxigen-cutting machine
портальный кран	gantry crane
портландцемент	Portland cement
посадочное гнездо	seat
последовательность резки	cutting sequence
последовательность сборки	sequence of assembly
пост управления доком	dock control post
поставка	delivery
поставщик (предприятие)	supplier
построечное место	final assembly yard
потеряй	lost strake
поточная линия	rolling train
поточное производство	assembly-line
поточно-позиционная линия	positional flow line
поточно-позиционный метод	cyclic and production-line
постройки	method
пояс	zone
пояс наружной обшивки	strake of shell plating
правильная плита	straightening slab
правильные вальцы	roll-straightening machine
правильный пресс	straightening press
правильный станок	straightening machine
правка	straightening
правка в вальцах	roll-straightening
правка на плите	straightening on a slab
правка на прессе	straightening by press
правка растяжением	expansion straightening
предварительная обработка материалов	preparatory material processing

предварительная сборка	preassembling
предварительное насыщение	pre-outfitting
предварительное насыщение секций	subassembly stage outfitting
предельная (для ввода в док) осадка	allowable draught
привальный брус	fender
приварка	welding on
приварная шпилька	welded stud
приварной обух	welded eye
пригонка	fitting-on
приемка судна	ship's reception
прижим	clamp
прижим «рыбий хвост»	«fish-tail» clamp
припуск	allowance
прирезка	fitting-in
приспуск (кормовой оконечности)	pre-launching of the afterbody
прихватка	tack welding
причерчивание	parallel tracing
пробег судна (после спуска)	run of a ship after launching
пробивка оптической линии	axis of sight tracing
пробка	plug fitting
пробка (материал)	cork
пробное давление	test pressure
проверка	check
проверка в поперечном направлении	crosswise checking
проверка заданных параметров	performance check
проверка на вертикальность	check of verticality
проверка по длине	fore-and-aft direction checking
проверка положения	position checking
провисание вала	shaft sag

проволочная сетка	gauze
поворачивание вала	turning over of a shaft
прогиб	deflection
программа резки	cutting program
продольная кривизна	longitudinal curvature
продольная развертка	longitudinal development
продольный спуск	end launching
продольный стапель	longitudinal slipway
проекции теоретического чертежа	main views of lines plan
проекция «бок»	sheer plan
проекция «корпус»	body plan
проекция «полуширота»	half-breadth plan
«прозванивание» (проверка электрической цепи на обрыв)	continuity test
производственный процесс	production process
производственный цикл	production cycle
производство (изготовление, строительство)	production
прокалывание (выколка)	prickling out
прокат	rolled products
прокатная сталь	rolled steel
прокладка	spacer
прокладка кабеля	laying of a cable
проколочный штампель	die-cutting stamp
пролет (расстояние между осями)	span
пролет(цеха)	bay
промежуточный вал	intermediate shaft
промежуточный кабель	intermediate cable
промежуточный склад	buffer store
промывка (танка)	washing
пропитка	impregnation
проседание	sagging

протечка	leakage
протокол измерения	measurement report
протокол испытания	trial report
протокол кренования	heeling protocol
проточка фланца	turning of a flange
профилегибочный станок	section bending machine
профиль	profile
проход	passage
проходная арматура	transition fittings
процесс изготовления	fabrication process
прочная связь	strength structure
прочность при спуске	launching strength
пружинный амортизатор	spring buffer
прядь	strand
прямолинейный рез	straight-line cut
пучок кабеля	cable bundle

Рабочее время	working time
рабочее давление	operating pressure
рабочий мостик	working bridge
равнобокий угловой профиль	equal-legged angle
равнодействующая (сил тяжести и поддержания)	resultant from weight and buoyancy
разбавитель	thinner
разбивка (на плазе)	laying-off
разбивка на шпации	spacing
развал	flare
развал шпангоутов	flare of frames
развальцовка труб	roller-expanding of tubes
развернутая длина	developed length
развертка листов	plate development
развертка наружной поверхности	development of shell
	plating
развертывающаяся поверхность	developable surface

разводка кабеля	cable separation
разгрузка транспортного средства	unloading of transport facilities
раздача трубы	flaring of a pipe
разделение корпуса на секции	sectionalizing ship's hull
разделительная переборка	partition bulkhead
разделка кабеля	cable termination
разделка кромок (под сварку)	welding edge preparation
размалывающее устройство	grinder
размер	dimension
размер в свету	inside dimension
размер по высоте	depth dimension
размер по длине	length dimension
размер по ширине	breadth dimension
разметка	laying out
разметка по шаблону	marking off from template
разметка по эскизам	marking off from sketches
разметочная плита	marking table
разметочно-маркировочная машина	marking and signing unit
разметочный инструмент	layout tool
разметочный стол	marking table
разметочный шаблон	marking-off template
рангоут	masting
раскатная гибка	bending by rolling
раскрой листов (резка)	plate cutting
расписание производства	production schedule
распорка	prop
распорные брусья	wooden spreaders
распределительный щит	switchboard
распускание бухты	unwinding a coil
распылитель краски	sprayer
расточка	boring
расточка гребного вала	propeller-shaft bore

расточка ступицы (гребного вала)	bore of hub
расточное приспособление	boring appliance
раструб	trumpet
раструб иллюминатора	window box
растягивание	stretching
растяжка наружной обшивки	shell expansion plan
расчетная осадка	designed draught
ребро жесткости	stiffener
регулируемая прокладка	adjustable spacer
режущая кромка	cutting edge
режущая струя	cutting stream
режущий диск	disk blade
рез	cut
резак	cutting blowpipe
резинометаллический амортизатор	rubber-to-metal damper
резка	cutting
резка плазменной струей	plasma jet cutting
резьба	thread
резьбовая стяжка	screw coupler
резьбовое соединение	threaded joint
рейсмус	parallel scribe
рекламационный акт	protocol of reclamation
рельс	rail
ремонт	repair
ремонтный док	repair dock
рентгенографирование	X-raying
репер	altitude mark
респиратор	respirator
ржавчина	rust
риска	mark
рольганг	roller conveyer
роман для выбивания кильблоков	keel-track ram

роман для выбивания спусковых блоков	cribbing ram
роман для подбивки клиньев	wedge ram
рубщик	caulker
рулетка	measuring reel
ручная резка	manual cutting
ручной резак	hand cutting blowpipe
рыбина	diagonal
рыбина (деревянная)	ribband
рычажно-винтовой прижим	screw and lever clamp
 Сальник	 gland
самодокование	self-docking
сборка (монтаж)	assembling
сборка из секций	building in sections
сборка корпуса	hull assembling
сборка на плаву	hull assembly afloat
сборка под сварку	fitting-up for welding
сборка секций	assembling of prefabricated sections
сборочная верфь	assembly yard
сборочная единица	structural member
сборочная плита	fitting-up plate
сборочная площадка	assembly space
сборочная постель	assembly jig
сборочное усилие	fitting-up force
сборочно-сварочная постель	assembling and welding jig
сборочно-сварочный цех	fitting-up and welding shop
сварка	welding
сварной профиль	welded section
сварной шов	welded seam
сварочная деформация	welding deformation
сверление	drilling
свертывание (троса в бухту)	winding up a coil

свидетельство владельца	owner's certificate
свинчивание труб	screwing of pipes
свободная кромка	free edge
свободное всплытие	free ascent
сглаживание кривых	smoothing curves
сдаточная команда	delivery crew
сдаточный акт	protocol of delivery
сдача (судна)	ship's delivery
сдвижной затвор	slip gate
седловатость палубы	sheer of the deck
секционный док	section dock
секционный метод строительства	sectional building method
секция	section
секция дока	dock section
сердечник троса	core
серийная постройка судов	ship production in series
серийное судно	series -built ship
сертификат	certificate
сетка	graticule
сетка типоразмеров	standard dimensions schedule
сила поддержания (плавучести)	buoyancy force
система	system
систематическая погрешность	systematic error
сито	sieve
скалывание	cleavage
склад	store
склад блок-секций	block store
склад стали	steel store
складирование	storage
складка трубы (гофр)	crimp
складское помещение	store room
склеивающее вещество	adhesive substance

скоба	yoke
скоб-мост (для кабеля)	cable bracket
скорость движения (при спуске)	sliding velocity
скорость подъема груза	hoisting speed
скорость резки	cutting speed
скрепление	attachment
скручивание вала	torsion of a shaft
скуловая линия	chine line
слип	slipway
слой насалки	layer of grease
случайная погрешность	random error
смещение	offset
смещение секции	shifting of a section
смещенное положение(судна)	displaced position
сминающаяся прокладка	crushing strip
смольная пакля	tarred oakum
снятие ласки (скашивание кромки)	scarfing
совмещение кромок	edges setting
согласование теоретического чертежа	lines correcture
соединение	joint
соединение внакрой	lap joint
соединение с фланжировкой	joggled joint
соединительная арматура (для приема с берега)	dockside connection
соединительная коробка	connection box
соосность валопровода	shaft's coaxiability
соприкасающаяся плоскость	tangent plane
сопрягаемая деталь	connecting piece
сопряженная деталь	fitting piece
сортамент	assortment
сортировщик	sorter

соскакивание (при боковом спуске)	dipping
соскальзывание судна	sliding off a ship
составной профиль	composed profile
спаренное докование	twin docking
спецификация	specification
спецификация (по корпусной части)	hull specification
сплюсненность (трубы)	flatness
спуск броском	free fall launching
спуск всплытием	floating up launching
спуск на катках	roller launching
спуск на шарах	ball launching
спуск по двум спусковым дорожкам	double-way launching
спуск по одной спусковой дорожке	single-way launching
спуск судна на воду	launching
спусковая дорожка	launching ways
спусковая стрела	trigger shore
спусковое крыло	shore wing
спусковое устройство	launching installation
спусковой вес судна	launching weight
спусковой док	launching dock
спусковой курок	launching trigger
спусковой полоз	bilge way
спуско-подъемное устройство	launching and retrieval device
сращивание жил	splicing of strands
стадия достройки судна	outfitting stage
стадия испытания	trial stage
стадия постройки	building stage
стакан	sleeve
стальной полосовой прокат	rolled steel strips

стальной профильный прокат	rolled steel sections
стальной фасонный прокат	shaped steel sections
стапель	building berth
стапель с батопортом	building berth with floating caisson
стапель с наплавной подводной дорожкой	building berth with floating water-ways
стапель-кондуктор (стапель-постель)	building berth jigs
стапельная сборка	assembly on the stocks
стапельная тележка	ship travelling cradle
стапельное расписание	slipway time schedule
стапельные леса	slipway staging
стапельный цех	building berth shop
стапель-палуба	pontoon deck
стеклинь	round line
стеллаж	rack
стендовое испытание	bench test
стенка (составной балки)	web plate
стоечная постель	plug-in jig
стойка лесов	staging support
стоячий такелаж	standing rigging
страгивающее устройство	starting arrangement
стрела крана	crane jib
стрелочный индикатор	pointer indicator
строгач для строжки канавок	gouging blowpipe
строевая линия	area curve
строжка	planing
строжка настила	planing of a floor
строительный док	building dock
строп	sling
струбцина	clamp
струна с талрепом	cross-tie with turnbuckle
струя газа	gas-cutting jet

стыковка блоков	block assembly
стыковка секций корпуса на плаву	afloat joining ship's sections
стыковое соединение	butt joint
стыкуемая кромка	butt edge
стягивание секций	drawing together of sections
стягивающее устройство	drawing-together device
стяжка-распорка (домкрат-стяжка)	clamping and jack arrangement
стяжная лента	restraining strap
судовая система	shipboard system
судовая энергетическая установка	ships propulsion plant
судовозная тележка	slipway cradle
судовозный поезд	ship carrying train
судоподъемник	ship hoist
судосборщик	shipwright
судостроительная сталь	shipbuilding steel
судостроительное предприятие	shipyard
судостроительное производство	shipbuilding production
сухой док	dry dock
сушильная камера	drying chamber
сушка	drying
сушка инфракрасными лучами	infrared ray drying
сферический лист	spherical plate
схема кабельных соединений	cable layout
схема расположения отверстий	openings arrangement plan
схема формирования по горизонталям	horisontal hull forming scheme
схема формирования по отсекам	compartment hull forming scheme
схематический эскиз	outline drawing

съемное грузозахватное приспособление	cargo-fastening implement
Таблица плазовых ординат	moulding book
тавровое соединение	T-joint
тавровый профиль	T-section
такелажный инструмент	rigger's tool
такелажный цех	rigging shop
такт	cycle
тарировка	calibration
тележка	carriage
тележка слипа	launching cradle
температура воспламенения	ignition point
тент	awning
теодолит	theodolite
теоретическая линия	moulded line
теоретическая поверхность	theoretical surface
теоретический чертеж	body lines
термическая обработка	heat treatment
термостойкая краска	heat-resistant paint
территория верфи	shipyard site
техническая подготовка производства	technical preparatory work
технологическая карта	technological chart
технологическая подготовка производства	technological preparatory work
технологический график работ	technological schedul
технологический комплект	technological complex
технологический процесс	technological process
технологичность	technological effectiveness
технология судостроения	technology of shipbuilding
течь	leak
толкач (спускового устройства)	starting ram
толщина обшивки	thickness of plating

толщина слоя	thickness of a layer
топ-палуба (плавучего дока)	top deck
тормозное устройство	holding gear
торцевание	facing
торцевая кромка	face edge
точность ведения резака	accuracy of the blowpipe guiding
точность реза	accuracy of cutting
травление	pickling
трансбордер	railway cradle
транспортёр	wheeled dolly
транспортирование	conveyance
транспортный путь	transport way
трасса кабеля	cableway
трассировка	tracing
трафарет	stencil
трехрезаковый блок	three-head blowpipe
трос	rope
тросовый наконечник	rope socket
труба	pipe
труба защиты кабеля	wiring tube
трубогиб	pipe bender
трубогибочный станок	pipe bending machine
трубозаготовительный цех	pipe workshop
трубопровод	pipng
трубопроводная арматура	pipe fittings
трудоемкость работ	labour intensity
туннель гребного вала	shaft passage
турбина	turbine
турбинный агрегат	turbine set
турбонаддувочный агрегат	turbocharging unit
турбоэлектрическая установка	turbine generator set
тяга	tie rod
тяжеловозная тележка	heavy duty carriage

Углобulyбoвый профиль	angle-bulb section
угловая деформация	angular distortion
угловой профиль	angle section
углогибочный станок	angle bending machine
угол заострения ножа	angle of sharpness
удаление окалины	descaling
удаление припуска	cutting away of allowances
удаление ржавчины	derusting
ударно-вращательный домкрат	percussion-rotary jack
удельная нагрузка	intensity of distributed load
удифферентовка (судна)	trimming
узел	knot
узловая сборка	subassemblies erection
уклон пути	slope
ультразвуковой контроль	ultrasonic examination
универсальная сборочная постель	universal assembly jig
универсальный штамп	universal die
уплотнение сальников	thickening of a stuffing box
упор	shore
упор винта	thrust of a propeller
упорный башмак	step bearing
упорный вал	thrust shaft
упорный подшипник	thrust block bearing
урез воды	water edge
уровень воды	water level
уровень механизации	level of mechanisation
усилие страгивания	pushing pressure
установка двигателя	assembling of an engine
установка деталей	mounting of members
установка для удаления окалины	scale removing plant
установочная прокладка	spacing piece
устройство для установки профилей	profile setting device

утилизационный котел	exhaust-gas boiler
участок	region
участок предварительной сборки	preassembly region
участок сборки	assembling region
участок сварки	welding bay
Ф актический размер	actual size
фанера	plywood
фасонный (фигурный) рез	contoured cut
фигурная резка	shape cutting
фиксатор	catch
фланец	flange
фланец вала	shaft flange
фланцевое соединение	flange coupling
форма листа	shape of a sheet
фосфатирование	phosphating
фрезерование	milling
фундамент	foundation
фундаментная рама	foundation frame
Х имическая очистка	chemical cleaning
ходкость	propulsion
ходовые испытания	trial trip
холодная гибка	cold bending
хомутик (бугель)	collar
хранение материала	material storage
Ц ветной металл	nonferrous metal
цементное молоко	cement grout
центр тяжести (центр масс)	center of gravity
центровка	alignment
центровка валопровода	alignment of line shafting
центровка по нагрузкам на подшипники	centering subject to bearing load values

цепная драга	chain drag
цепной задержник	chain brake
цепной рольганг	chain roller table
цепь	chain
цех	work shop
цикл крановых операций	crane operations cycle
циклевание	scraping
цикля	scraper
цилиндрический лист	cylindrical plate
циркуль для причерчивания	tracing divider
циркуляция	turning circle
Чертеж общего расположения	general arrangement drawing
чертеж расположения	holds plan
грузовых помещений	
чертеж расположения жилых	accomodation plan
помещений	
чертежная машина	drawing machine
чертилка	scriber
четырёхугольный стальной	fourcornered steel bar
прокат	
Шабер	scraper
шаблон	template
шаблон для гибки труб	pipe bending template
шарошка	milling cutter
швартовные испытания	dockside trial
швеллерный профиль	channel
шейка вала	shaft journal
шероховатость	roughness
шестигранный стальной	hexagonal steel bar
прокат	
ширина реза	kerf width
шланговый уровень	hose type water level gauge

шлюз дока (голова дока)	dock head
шпаклевание	spackling
шпаклевка	spackling compaund
шпангоут	frame
шпатель	putty knife
шпилька	stud
шпон	veneer
штабелер	stack loader
штамповка листов	stamping of plates
штамповка взрывом	explosion stamping
штатное крепление	regular lashing
шторм-трап	rope ladder
штуцерное соединение	nipple coupling
штучное время	piece time
щит настила	planking
Электромагнитный присос	electromagnetic socker
электромонтажный цех	electric wiring shop
электросварщик	arc welder
эллинг	covered berth
эллиптичность трубы	ellipticity of a pipe
энергетическое обеспечение	power supply
этап изготовления	fabrication stage
Я корная драга	anchor drag
ярус лесов	staging

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ГЛАВА 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ КОРПУСА СУДНА. ОСНАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ИНСТРУМЕНТ	5
1.1. Технологическая классификация сборочных единиц корпуса судна	5
1.2. Основные положения технологии изготовления корпусных конструкций	11
1.3. Состав и характеристика технологических операций изготовления корпусных конструкций	13
1.4. Оснастка, приспособления и инструмент для изготов- ления корпусных конструкций	22
ГЛАВА 2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТИПОВЫХ УЗЛОВ КОРПУСА СУДНА	32
2.1. Общие положения	32
2.2. Изготовление сварных тавровых балок	36
2.3. Изготовление коротких тавров, бракет и книц с поясками	47
2.4. Изготовление широких полос с ребрами жесткости или поясками	48
2.5. Изготовление полотниц секций	50
2.6. Изготовление мелких фундаментов	56
2.7. Типовые технологические процессы изготовления узлов	58

ГЛАВА 3. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ КОРПУСА СУДНА	65
3.1. Общие положения	65
3.2. Изготовление плоскостных секций	80
3.3. Изготовление полуобъёмных и объёмных секций	82
3.4. Типовые технологические процессы изготовления секций	84
ГЛАВА 4. СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СУДОВЫХ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ	106
4.1. Свариваемые стали для судостроения	106
4.2. Способы сварки корпусных конструкций	109
4.3. Сварка углеродистых и низколегированных сталей ...	118
4.4. Некоторые конструктивные элементы сварных соединений и их условные обозначения	128
4.5. Дефекты и контроль качества сварных швов	132
4.6. Сварочное оборудование	138
ГЛАВА 5. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ КОНСТРУКЦИЙ. ПРОВЕРОЧНЫЕ И КОНТУРОВОЧНЫЕ РАБОТЫ.	149
5.1. Требования к качеству корпусных конструкций	149
5.2. Методы контроля качества корпусных конструкций	158
5.3. Контуровочные работы	160
ГЛАВА 6. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ КОНСТРУКЦИЙ КОРПУСА СУДНА	163
Приложение 1	189
Приложение 2	201
Приложение 3	209
Приложение 4	223
Приложение 5	230
Приложение 6	243
Приложение 7	248
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	251
РУССКО-АНГЛИЙСКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ПО ТЕХНОЛОГИИ СУДОСТРОЕНИЯ	255

УДК 629.5.023(075.8)

ББК 39.42–044я73

Т 38

Технологія виготовлення конструкцій корпусу судна : підручник
Т 38 / О. С. Рашковський, В. М. Перов, С. М. Сліжевський, Н. В. Цикало ;
під заг. ред. проф. А. С. Рашковського. – Миколаїв : НУК, 2017. – 304 с.
ISBN 978–966–321–325–5

Наведено технологію виготовлення корпусних конструкцій – вузлів та секцій, яка містить технологічну класифікацію складальних одиниць корпусу судна, склад та характеристику технологічних операцій, оснастку, що застосовується, пристрої та інструмент.

Наведені відомості про зварювальні, перевірні та контуровочні роботи, нормування праці при виготовленні корпусних конструкцій.

Призначено для студентів, які навчаються у кораблебудівних вузах за спеціальностями: 135 "Суднобудування" ("Кораблі і океанотехніка"), "Суднокорпусобудування", "Суднові машини та механізми"), 131 "Прикладна механіка" ("Технологія та зварювальне обладнання") та 123 "Комп'ютерна інженерія" ("Спеціалізовані комп'ютерні системи").

Навчальне видання

РАШКОВСЬКИЙ Олександр Саулович

ПЕРОВ Віталій Миколайович

СЛІЖЕВСЬКИЙ Сергій Миколайович

ЦИКАЛО Наталя Вікторівна

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЙ КОРПУСУ СУДНА

Підручник

(російською мовою)

Відповідальний редактор *О. С. Рашковський*

Комп'ютерне верстання та складання

А. В. Платонова, В. В. Москаленко

Коректор *М. О. Паненко*

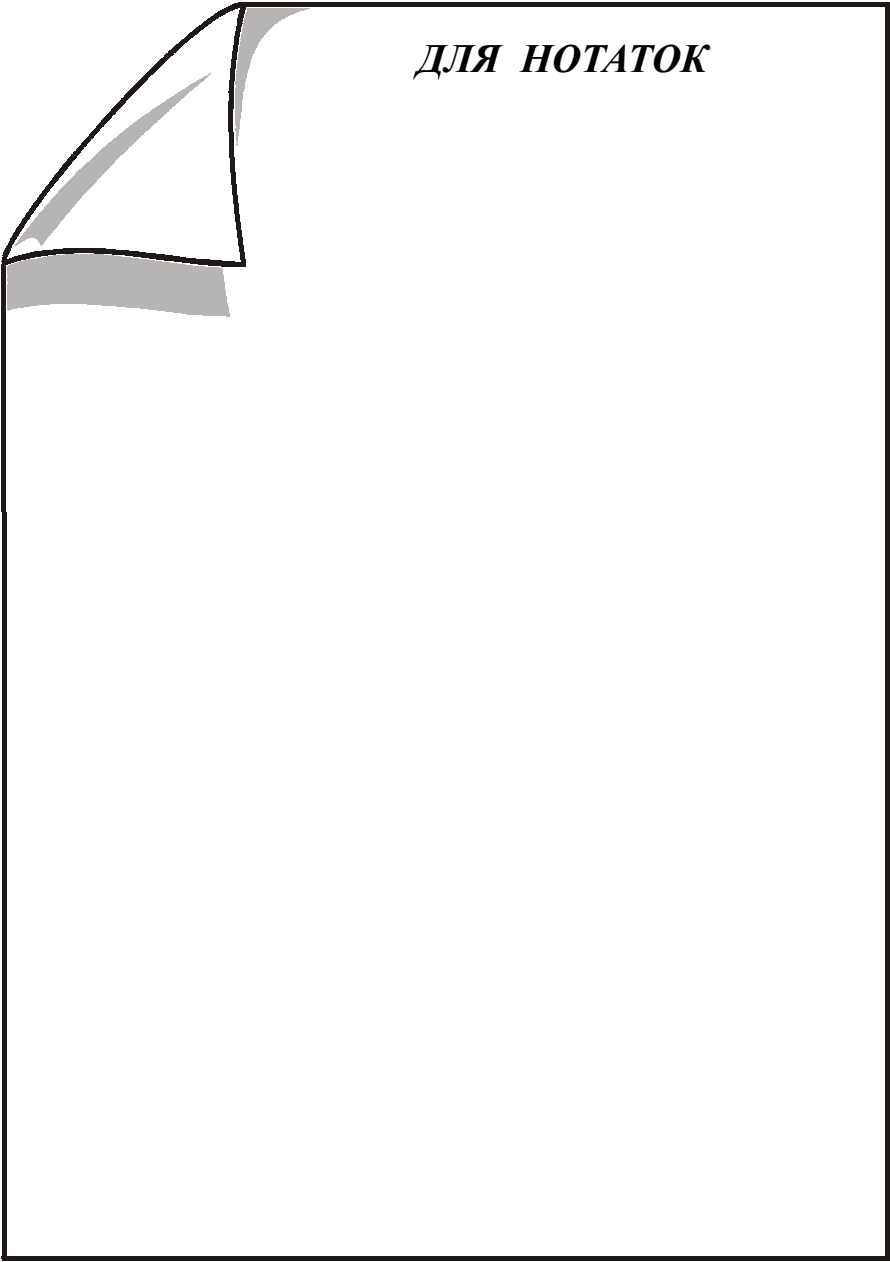
Формат 60×84/16. Ум. друк. арк. 17,7. Тираж 150 прим. Вид № 27. Зам. № 64.

Видавець і виготівник Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

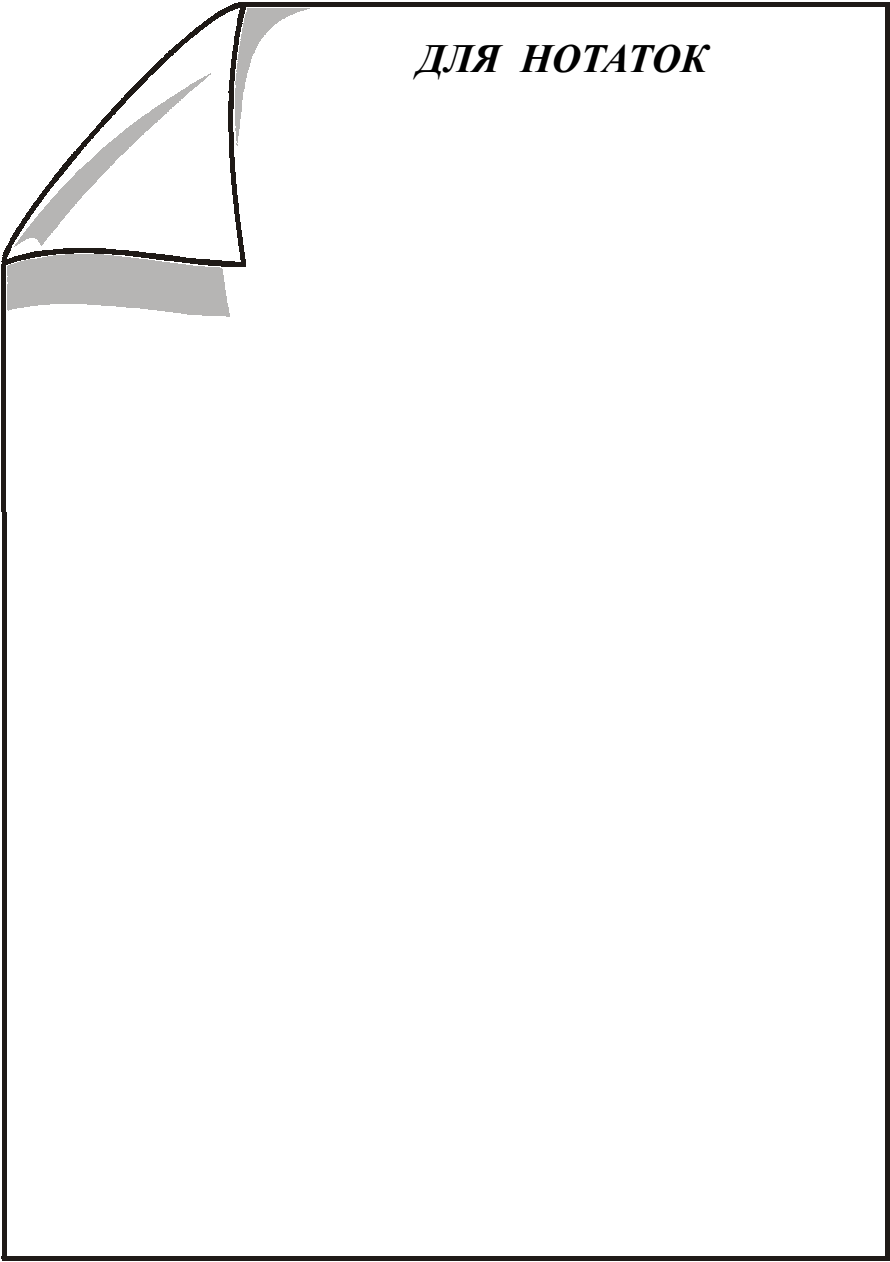
просп. Героїв України, 9, м. Миколаїв, 54025

E-mail : publishing@nuos.edu.ua

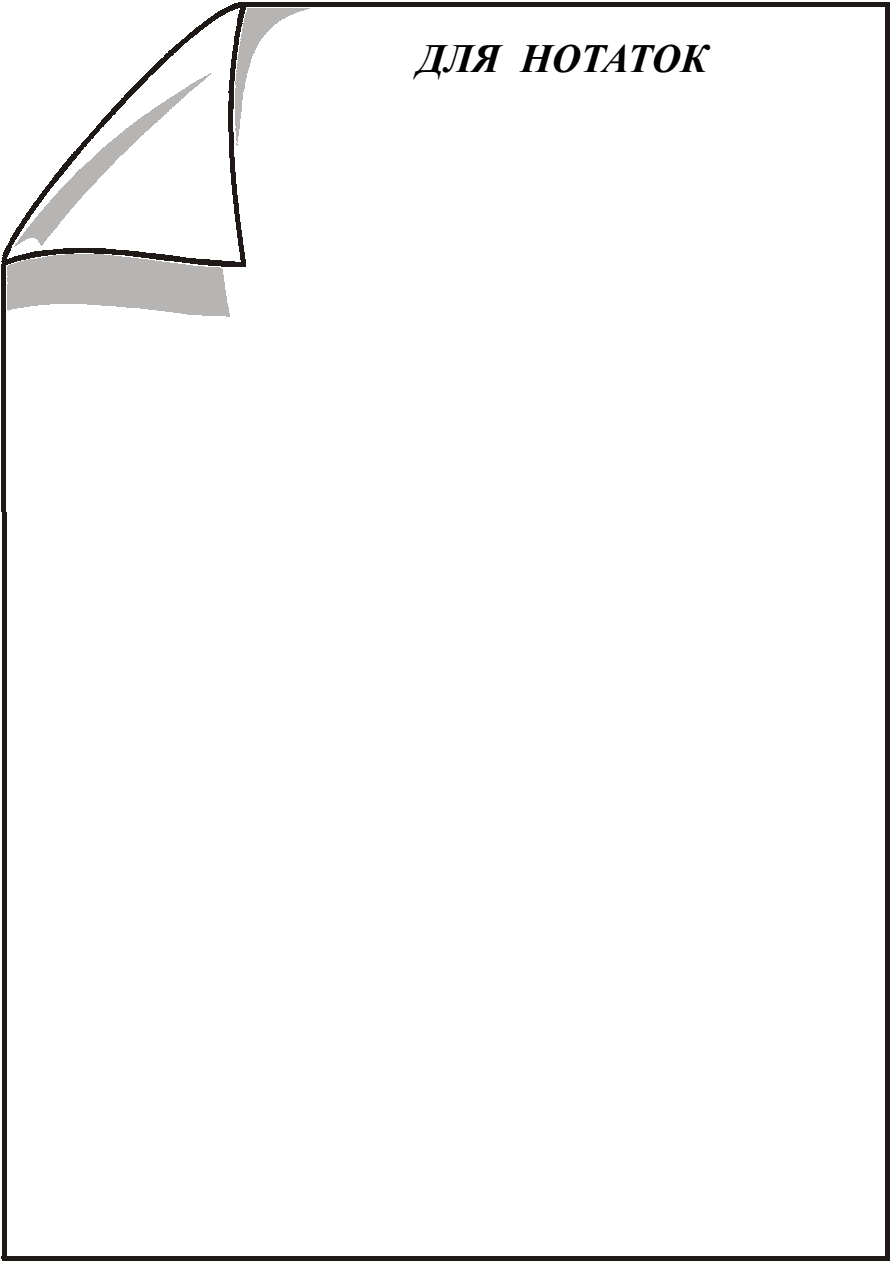
Свідцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2506 від 25.05.2006 р.



ДЛЯ ЗАДАТОК



ДЛЯ ЗАДАТОК



ДЛЯ ЗАДАТОК