

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра «Океанотехника и кораблестроение»

РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ КОРПУСА СУДНА

**Методические указания
к выполнению практических работ**

Севастополь
СевГУ
2021

УДК 629.5.023:658.531(076.5)
ББК 39.42-04:65.241я73
Р24

Р е ц е н з е н т :
Т.Л. Чемакина - к.т.н., доцент

Составители: Г.В. Лекарев, К.В. Перепада

Р24 Расчёт трудоёмкости изготовления секций корпуса судна : методические указания к выполнению практических работ / Севастопольский государственный университет, Морской институт, кафедра «Океанотехника и кораблестроение ; сост.: Г. В. Лекарев, К. В. Перепада. — Севастополь: СевГУ, 2021. — 28 с.: ил. — Текст : электронный.

Целью методических указаний является оказание помощи студентам в выполнении и оформлении практических работ по расчёту трудоёмкости изготовления плоскостных секций корпуса судна, для последующего расчёта трудоёмкости изготовления блока судна.

УДК 629.5.023:658.531(076.5)
ББК 39.42-04:65.241я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Океанотехника и кораблестроение» Морского института ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», в качестве методических указаний к выполнению практических работ для обучающихся всех форм обучения по дисциплинам «Технология постройки судов и объектов океанотехники» специальности 26.05.01 – Проектирование и постройка кораблей, судов и объектов океанотехники, протокол № 4 от 15 марта 2021 г.

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2021

СОДЕРЖАНИЕ

1. Практическая работа № 1. Расчет трудоемкости изготовления плоскостной секции корпуса судна с применением средств механизации, предусмотренных нормативами	4
2. Практическая работа № 2. Расчет трудоемкости изготовления плоскостной секции корпуса судна с применением средств механизации, отличных от предусмотренных нормативами	26
Библиографический список	28

Практическая работа № 1

РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ СЕКЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ, ПРЕДУСМОТРЕННЫХ НОРМАТИВАМИ

1. Цель работы. Овладеть навыками расчета трудоемкости изготовления плоской секции с применением средств механизации, предусмотренными нормативами.

2. Содержание работы

Определение трудоемкости выполнения работ по изготовлению плоских секций корпуса судна.

3. Теоретический раздел

3.1. Корпусосборочные работы

Работы по сборке корпуса судна состоят из двух самостоятельных этапов [4] - предварительной сборки, включающей изготовление узлов, секций и блоков секций корпуса и сборки корпуса на построечном месте.

Предварительная сборка выполняется в сборочно-сварочном цехе. В отдельных пролетах или участках цеха собирают узлы и секции, распределяя их по типам, а также блоки секций. Производственный цикл в цехе начинается с получения деталей от комплектовочного участка корпусообработывающего цеха и заканчивается испытанием и грунтовкой (или консервацией) готовых секций и блоков секций. Корпус судна собирают на построечном месте из секций и блоков секций, изготовленных на этапе предварительной сборки. Процесс предварительной сборки заключается в подгонке и предварительном соединении простых корпусных деталей из листового и профильного металла в узлы и более сложные конструкции с последующим закреплением соединяемых кромок электроприхватками. В процессе сборки узлов и секций устанавливают элементы собираемых конструкций в положение, заданное чертежом и придают собираемой конструкции заданную форму в пределах допусков, проверяют и скрепляют собранные сопряженные элементы зажимными устройствами, стяжками и приспособлениями для закрепления, стягивания, обжатия или обеспечения жесткости конструкции и предупреждения появления сварочных деформаций при последующей сварке.

При сборке узлов и секций выполняют также проверку комплектности полученных деталей и узлов, раскладку их для сборки, зачистку кромок и

мест установки под сварку, возобновление разметки после зачистки, ручную газовую подрезку кромок, электроприхватку, подправку в процессе сборки, маркировку узлов и секций; освобождение от креплений и снятие собранных узлов и секций (совместно с такелажниками).

Второй этап корпусосборочных работ – сборка корпуса на построечном месте – осуществляется секционным или блочным способом. При секционном способе корпус судна собирают из готовых плоскостных и объемных секций, поступающих из цеха предварительной сборки. Секционным способом строят крупные суда на наклонных стапелях, начиная от установки закладной секции и до спуска судна на воду при неизменном положении корпуса. При блочном способе изготовленные заранее секции собирают в блоки секций, которые затем испытывают на непроницаемость, насыщают механизмами, трубопроводами, оборудованием и соединяют, формируя корпус судна на стапеле. Блочным способом собирают средние и малые суда на горизонтальных построечных местах с передвижкой частей корпуса по мере его формирования.

Построечные места оборудуют подъемно-транспортными средствами, стапельными тележками с устройствами для вертикального и горизонтального перемещения секций и блоков при сборке, судовозными тележками для перемещения судна, а также другой оснасткой и приспособлениями для закрепления, выравнивания и совмещения кромок корпусных конструкций при формировании корпуса судна на стапеле. Построечные места централизованно снабжаются сжатым воздухом, газом, электроэнергией и заблаговременно изготовленными типовыми деталями для крепления: гребенками, скобами, обухами и т.д.

На участках сборки размещают кладовые с инструментом, приспособлениями и вспомогательными материалами, необходимыми для работ по стапельной сборке. Бригады судосборщиков специализируются по сборке на стапеле однотипных конструкций и освобождаются от ряда работ, не связанных с процессом сборки: от подачи секций, узлов и деталей корпуса на построечное место и от подготовки ограждений и лесов для сборки. Судосборщики совмещают операции по электроприхватке, ручной газовой резке, зачистке кромок, подправке и устранению местных неровностей, а также по проверке узлов и секций и по местной разметке.

Сборочные работы на построечных местах состоят из операций по установке узлов, секций и блоков корпуса, временному их закреплению, выравниванию с помощью грузоподъемных средств и приспособлений и проверке с соблюдением припусков, зазоров и отстояния от теоретических и контрольных линий; по причерчиванию и удалению припусков (для неоконтурованных конструкций), подтягиванию секций и блоков с помощью приспособлений, выравниванию, подгонке и соединению собранных сопряжений по кромкам листов и набора на электроприхватках, по предъявлению собранных конструкций отделу технического контроля. Продолжи-

тельность сборочных работ зависит от типа конструкций, размеров и сложности формы узла, секции, блока секции, места сборки, применяемой оснастки, от толщины и положения совмещаемых кромок и других факторов.

3.2. Нормирование корпусосборочных работ

Действующие в отрасли нормативы времени на корпусосборочные работы предусматривают рациональную организацию труда на рабочих местах. Кроме того, нормативы времени также учитывают выполнение однородных технологических операций или сборку однотипных узлов, конструкций (узлов набора, фундаментов, полотнищ, секций и т.п.) бригадами сборщиков корпусов металлических судов на специализированных участках; выполнение взаимосвязанных технологически разнородных работ (сборку блоков корпуса), охватывающих часть технологического процесса для данного вида изделий комплексными бригадами; освобождение основных рабочих комплексной бригады от работ, выполняемых вспомогательными рабочими (доставку к рабочему месту деталей, узлов, секций; наладку и ремонт оборудования и оснастки; кантовку, перестановку и уборку крупногабаритных тяжеловесных деталей и узлов; установку лесов, ограждений, переходных площадок, трапов, вентиляции; обслуживание бригад комплектовщиками, отвечающими за комплектное и своевременное обеспечение рабочих мест деталями, узлами, секциями); совмещение бригадами сборщиков работ по разметке, проверке, электроприхватке, ручной газовой резке, пневматической рубке, клепке, зачистке, раскладке для сборки и установки деталей и узлов (совместно с такелажниками), расконсервации деталей, причерчиванию кромок деталей узлов и секций; подготовке, установке и снятию всех необходимых для сборки технологических приспособлений, подправке в процессе сборки и устранению местных неровностей, разностенности соединяемых кромок конструкций, маркировке узлов и секций, сдаче под сварку и окончательно техническому контролю.

Оперативное время корпусосборочных работ включает затраты времени по установке собираемых узлов, секций и соединению совмещаемых кромок листов обшивки, полотен и набора. Его определяют по формуле:

$$T_{on} = T_{уст} + t_{сов}l_1,$$

где $T_{уст}$ — время на выполнение технологических комплексов приемов по установке и закреплению собираемых узлов и секций, ч; $t_{сов}$ — время на совмещение 1 м кромок собираемых узлов и секций, ч; l_1 — длина совмещенных кромок, м.

При сборке простых узлов, например, тавровых балок, полотнищ и других, оперативное время находят по формуле:

$$T_{on} = t_{сов}l_1.$$

Оперативное время устанавливают по данным хронометражных наблюдений в зависимости от конструкции собираемого изделия, его размеров, формы и других факторов.

Время обслуживания рабочего места при сборке, состоящее из времени на смену инструмента, регулировку оборудования и приспособлений; на подключение и отключение механизированного инструмента и осветительной сети; на подналадку и смазку оборудования в процессе работы; на обеспечение безопасных условий труда на рабочем месте; уборку рабочего места в течение смены, принято, по данным фотографий рабочего дня, в размере 5 % оперативного времени.

Время на отдых и личные надобности на основании данных, полученных по фотографиям рабочего дня, не превышает 7 % оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время включает время на получение задания, ознакомление с чертежом и технологическим процессом; на получение инструмента и приспособлений и подготовку их к работе, инструктаж мастера и сдачу выполненной работы. Подготовительно-заключительное время, по данным фотографий рабочего дня, установлено в размере 5 % оперативного времени.

Коэффициент K , учитывающий время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время, равен 1,17.

Норму времени на сборку определяют по формуле:

$$T_n = \sum T_{on} K_{общ} N \quad (1)$$

или

$$T_n = \sum T_{шк} N = T_{шк1} N_1 + T_{шк2} N_2 + \dots + T_{шк.n} N_n, \quad (2)$$

где $T_{шк1}, T_{шк2}, \dots, T_{шк.n}$, — штучно-калькуляционное время на отдельные операции; $N_1, N_2, \dots, N_n$ — количество узлов, деталей и т.п.

Так, норма времени на изготовление трубы судового трубопровода состоит из штучно-калькуляционного времени на изготовление шаблона $T_{шк1}$, разметку трубы $T_{шк2}$, резку $T_{шк3}$, гибку $T_{шк4}$, установку фланцев $T_{шк5}$, отбуртовку $T_{шк6}$, участие в сварке $T_{шк7}$ и т.д.

В укрупненных нормативах времени на корпусосборочные работы штучно-калькуляционное время дается в виде нормативов на 1 м сопрягаемых кромок или в виде типовых норм на сборку отдельных узлов, полотнищ и секций, на установку секций и блоков на построечных местах и их монтаж при формировании корпуса в зависимости от их размеров. Примеры значений штучно-калькуляционного времени приведены в табл. 1–5.

Таблицами нормативов времени предусмотрена сборка корпусных конструкций в условиях выполнения работ в цехе, в эллинге (в закрытом отапливаемом помещении). При работе на открытых сборочных площадках и построечных местах к нормативам времени применяется коэффициент 1,1. Время, приведенное в таблицах, предусматривает сборку корпусных конструкции из углеродистых и низколегированных сталей при вы-

полнении работ в нижнем положении на плоской поверхности. При других условиях к нормативам времени применяются следующие коэффициенты: при выполнении работ в различных положениях: в вертикальном – 1,2; в потолочном – 1,4; на сферической поверхности – 1,3; при установке деталей и узлов под малку или с изломом – 1,2; при установке деталей в тесных сетах (под настилом второго дна высотой до 1,5 м, в бортовых объемных секциях, в цистернах и коффердамах); при работе с лесов или подмостей – 1,2. При установке заделок, деталей насыщения, книц, бракет коэффициент зависит от различного количества деталей в партии:

Количество деталей в партии, шт...	1–2	3–5	6–10	11–20	21–30
Коэффициент	1,3	1,15	1,00	0,85	0,75

При постройке серии судов одного проекта к нормативам времени на корпусосборочные работы применяются следующие коэффициенты в зависимости от классификации судов и годового выпуска на предприятии.

Крупнотоннажные суда длиной более 200 м: 0,95 – 1 судно в год; 0,90 – 2–5 судов в год; 1,3 – для головного судна; 1,2 – для второго судна; 1,0 – для третьего судна. Средние суда длиной 80 – 200 м: 0,9 – 1–5 судов в год; 0,8 – 6–15 судов в год; 0,75 – 16–25 судов в год; 1,3 – для головного судна; 1,2 – для второго судна; 1,0 – для третьего судна. Малые суда длиной 25–80 м: 0,9 – 1–10 судов в год; 0,8 – 11–25 судов в год; 0,75 – 26–50 судов в год; 1,2 – для головного судна; 1,1 – для второго судна; 1,0 – для третьего судна.

Норму времени на задание рассчитывают по формуле:

$$T_n = \sum T_{ик} = T_{ик1} + T_{ик2} + \dots + T_{ик,n},$$

где T_n — норма времени на задание, ч; $T_{ик1}, T_{ик2}, \dots, T_{ик,n}$ — штучно-калькуляционное время по таблицам нормативов на отдельные работы по сборке корпусных конструкций, ч.

Т а б л и ц а 1

**Время сборки полотнищ с погибью из листов
на постели (на 1 м соединения в часах)**

Содержание работы: укладка листов на постель, совмещение с контрольными линиями, стыкование кромок листов и закрепление электроприхватками, обжатие к лекалам постели по плоскости; проверка контура, кернение, сдача работы						
Толщина листа, мм	Секции до оконечности				Секции оконечности на постели с погибью в двух направлениях	
	на постели с погибью в одном направлении		на постели с погибью в двух направлениях			
	Операции					
	Стыкование	Обжатие	Стыкование	Обжатие	Стыкование	Обжатие
1	2	3	4	5	6	7
6	0,27	0,15	0,32	0,18	0,37	0,21

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
10	0,29	0,17	0,35	0,20	0,40	0,23
15	0,32	0,18	0,38	0,22	0,44	0,25
20	0,35	0,20	0,42	0,24	0,48	0,27

Примечания. 1. Разряд работы 3,5 – при сборке полотнищ секций до окончечности на постелях с погибью; 4,0 – при сборке полотнищ секций окончечностей на постелях с погибью. 2. Приведенное время умножается на следующие коэффициенты при сборке полотнищ: 1,2 – со стрелкой прогиба свыше 100 мм; 1,3 – имеющих вогнуто-выпуклую погибь; 1,5 – килевых коробок и выкружек. 3. Расчетная формула: $T=0,006|(s-6)|+0,27$ (на постели с погибью в одном направлении).

Т а б л и ц а 2

**Время установки набора таврового профиля на полотнище
с выставленным набором (на 1 м соединения в часах)**

Содержание работы: установка узла на полотнище с выставленным набором по разметке, проверка, обжатие, закрепление электроприхватками, сдача работы								
Толщина стенки набора s, мм	Высота набора H, м							
	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0
5	0,21	0,23	0,25	0,30	0,34	0,38	0,49	0,60
10	0,22	0,25	0,27	0,32	0,36	0,41	0,53	0,65
15	0,24	0,26	0,29	0,34	0,39	0,44	0,56	0,69
20	—	0,30	0,31	0,37	0,42	0,47	0,60	0,74

Примечания. 1. Разряд работы 2,5 – на полотнище без погиби; 3,0 – на полотнище с погибью в одном направлении; 3,5 – на полотнище с погибью в двух направлениях. 2. Приведенное время умножается на следующие коэффициенты: 0,8 – без выставления набора; 1,2 – между выставленным набором; 1,3 – на вогнуто-выпуклую поверхность; 1,2 – в секции с погибью в одном направлении. 3. Расчетная формула: $T=(0,215H+0,17)(0,015s+0,92)$ (при установке на полотнище без погиби).

Т а б л и ц а 3

**Время установки набора полособульбового
и углового профиля на полотнище (на 1 м соединения, в часах)**

Содержание работы: установка набора по разметке, проверка, обжатие и закрепление электроприхватками, сдача работы.					
Наименование профиля			Вид полотнища		
Полособульбовый несимметричный	Угловой		Без погиби	С погибью в одном направ- лении	С погибью в двух направ- лениях
	равнобокий	неравнобокий			
Номер профиля Z					
5	4	4,5/2,8	0,11	0,13	0,15
8	5,5	6,3/4	0,15	0,15	0,16
14	9	10/6,3	0,17	0,18	0,21
20	14	16/10	0,18	0,21	0,25

Примечания. 1. Разряд работы: 2,5 — при установке на полотнище без погиби; 3,0 — на полотнище с погибью в одном направлении; 3,5 — с погибью в двух направлениях. 2. Приведенное время умножается на коэффициент при установке набора 1,3 на вогнуто-выпуклую поверхность. 3. При расчете по формуле полученное время умножается на коэффициенты: 1,2 — с погибью в одном направлении; 1,4 — с погибью в двух направлениях. 4. Расчетная формула: $T = 0,00447Z + 0,088$ (при установке на полотнище без погиби).

Т а б л и ц а 4

Время стыкования, обжатия кромок конструкций (на 1 м соединения, в часах)

Содержание работы: совмещение и подгонка соединяемых кромок конструкций с помощью приспособлений, закрепление электроприхватками, сдача работы.									
Наименование операции	Толщина кромок s , мм								
	4	6	10	15	20	25	30	35	40
Стыкование (соединение)	0,27	0,26	0,28	0,31	0,34	0,38	0,41	0,44	0,48
Обжатие (примыкание)	0,21	0,20	0,21	0,24	0,26	0,20	0,31	0,33	0,37
<i>Примечания.</i> 1. Разряд работы 3,0. 2. Приведенное время умножается на следующие коэффициенты при стыковании, обжатии кромок: 1,2 — гофрированных; 0,8 — без набора; 1,2 — под вертикальную автоматическую сварку. 3. При расчете по формуле полученное время умножается на коэффициент 0,76 для обжатия (примыкания) кромок. 4. Расчетная формула: $T = 0,0064 (s - 6) + 0,26$ (при стыковании кромок).									

Т а б л и ц а 5

Время на установку книц, бракет, флоров (одной детали в часах)

Содержание работы: разметка и установка детали, подгонка по месту, обжатие и закрепление электроприхватками, сдача работы.										
Толщина детали s , мм	Полупериметр детали P , м									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	5,0
2	0,09	0,10	0,11	0,13	0,15	—	—	—	—	—
4	0,10	0,11	0,12	0,14	0,16	0,22	—	—	—	—
10	0,13	0,15	0,16	0,19	0,21	0,29	0,39	0,52	0,70	2,33
15	0,16	0,18	0,21	0,23	0,26	0,36	0,48	0,65	0,88	2,93
20	0,20	0,23	0,26	0,30	0,33	0,45	0,61	0,82	1,11	3,67
<i>Примечания.</i> 1. Разряд работы 2,5. 2. Приведенное время умножается на следующие коэффициенты при установке книц: 0,7 — по одной кромке; 1,0 — по двум кромкам; 1,2 — по трем кромкам; 1,3 — по четырем кромкам; 1,2 — с вырезами для выставленного набора; 1,2 — в объемных секциях; 0,8 — внакрой. 3. Расчетная формула: $T = e - 2,583 + 0,045s + 0,596P$.										

3.3. Нормирование ручной электродуговой сварки

Ручная электродуговая сварка широко применяется в судостроении при изготовлении судовых корпусных конструкций и формировании корпуса на построечных местах в районах, где затруднено применение механизированных процессов сварки.

Предусматриваются следующие условия:

- выполнение сварочных работ по изготовлению судокорпусных конструкций специализированными бригадами сварщиков в цехе на специализированных производственных участках, организованных по видам материалов, применяемой специальной оснастки и т.д. и закрепленных за определенным видом конструкций и узлов; поступление на участок сварки деталей и узлов, обработанных в соответствии с требованиями чертежей и технических условий на изготовление свариваемых конструкций с соблюдением конструктивных элементов подготовки кромок под сварку, предусмотренных отраслевым стандартом с зачищенными и обезжиренными кромками; выполнение кантовки, перестановки и уборки крупногабаритных и тяжеловесных изделий в процессе сварки и подготовка для сварщиков ограждений и подмостей вспомогательными рабочими; совмещение электросварщиками работ по зачистке кромок, швов и околошовной зоны в процессе сварки; выявление и устранение дефектов;

- централизованное обеспечение рабочего места постами энергии, сварочными постами, местными отсосами воздуха, шкафами для инструмента;

- тележкой для перемещения узлов и деталей, тарой для отходов;

- обслуживание рабочих мест вспомогательными рабочими по доставке на рабочее место изделий, материалов, заготовок, отправке готовых изделий на склад;

- обслуживание рабочих мест электросварщиков дежурным электромонтером;

- выполнение электросварки в замкнутых и труднодоступных помещениях при непрерывной работе вентиляции и при наличии рабочего наблюдателя;

- соблюдение электросварщиками правил техники безопасности и производственной санитарии при электросварочных работах, предусмотренных ОСТ 5.0241–78 и ОСТ 5.9823–80.

Основное время — время горения дуги — находят по формуле

$$T_o = (F_1 \gamma 60 / I_1 \alpha_n) + (F_n \gamma 60 / I_n \alpha_n),$$

где F_1 — площадь поперечного сечения сварного шва после первого прохода (по данным исследований составляет 25 – 30 мм²); F_n — суммарная площадь поперечного сечения валиков на все последующие проходы

$$F_n = F - F_1.$$

Здесь F — общая площадь поперечного сечения шва, мм², определяемая для различных типов швов по формулам, в которых значения конструктивных элементов кромок и выполненного шва принимаются по ГОСТ 5264–80; γ — плотность металла шва, г/см³ (для стали различных марок $\gamma = 7,8$ г/см³) I_1 и I_n — сила тока соответственно при первом проходе и ка-

жом последующем, A (значение силы тока при сварке электродами марки УОНИИ-13 принимается по данным режимов сварки, приведенным в ОСТ 5.9083—83); α_n — коэффициент наплавки, принимаемый для электродов марки УОНИИ-13 равным 8,5 г/(А·ч).

Число проходов при сварке для многопроходных швов:

$$n_{np} = 1 + (F - F_1)/F_n', \quad (3)$$

где F_n' — площадь поперечного сечения шва, приходящаяся на каждый последующий проход. По данным исследований, $F_n' = 30 - 55 \text{ мм}^2$.

Вспомогательное время состоит из затрат времени, зависящих от длины шва ($t_{вш}$) и свариваемого изделия ($t_{ви}$).

Вспомогательное время, которое зависит от длины шва и которое определяют по данным хронометражных наблюдений, складывается из времени на зачистку кромок перед сваркой, смену электродов, зачистку шва от шлака после каждого прохода, его осмотр, контроль размеров и клеймение.

Вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия, содержит затраты на установку в приспособление или на рабочее место свариваемых изделий, поворот и снятие их в процессе сварки, закрепление прижимными приспособлениями и открепление, на передвижения сварщика с инструментом.

Вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия, устанавливают по данным хронометражных наблюдений.

Оно учитывается коэффициентом $K_{ви}$ значение которого для различных групп свариваемых конструкций принимается равным 1,06 — 1,15.

К группам работ по изготовлению свариваемых конструкций относятся следующие работы:

- **группа I** — сварка стыковых соединений плоских полотнищ и обшивки секций без установленного набора с погибью; приварка набора в полуобъемных секциях и мелких фундаментах; сварка отдельных узлов набора и обрешетника, фундаментах под неотчетственные механизмы;

- **группа II** — приварка набора к обшивке во всех плоскостях секций полуобъемных и объемных с погибью; приварка секций полуобъемных при формировании блоков секций; сварка фундаментах средней сложности;

- **группа III** — сварка монтажных стыковых соединений объемных секций, блоков секций и блоков при формировании корпуса; сварка сложных фундаментах, кронштейнов гребных валов, форштевней и ахтерштевней, резервуаров и т.п.

Время обслуживания рабочего места состоит из времени на регулирование режимов сварки, включение и выключение источников питания и токоподводов, установку и перенос шлангов, на уборку рабочего места.

По данным фотографий рабочего дня, оно составляет 3 % оперативного времени.

Время на отдых и личные надобности, по данным фотографий рабочего дня, не превышает 6 % оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время включает время на получение задания, сварочных материалов, инструмента и приспособлений; на ознакомление с работой, инструктаж, на сдачу выполненной работы.

По данным фотографий рабочего дня, оно равно 4 % оперативного времени.

Коэффициент K , учитывающий время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время, равен 1,13.

Штучно-калькуляционное время сварки 1 м шва находят по формуле

$$T_{\text{шк}} = [(T_0 = t_{\text{в.ш}})K_{\text{ви}}]KK_y, \quad (4)$$

где K_y — поправочный коэффициент для учета различных условий сварки.

Примеры значений штучно-калькуляционного времени сварки различных типов швов приведены в табл. 6, 7.

В формулу штучно-калькуляционного времени вводятся следующие поправочные коэффициенты K_y : в неудобном положении — 1,06; в закрытых свободных или полуоткрытых тесных объемах — 1,1; при сварке на высоте свыше 3 м с применением спецустройств или подмостей — 1,15; при сварке крупногабаритных конструкций с применением специальной оснастки (постелей, стендов, кантователей, кондукторов) — 1,2; в закрытых тесных объемах и с площадью сечения менее $0,7 \text{ м}^2$ — 1,25; в тесных ячейках замкнутых отсеков, в закрытых объемах с двумя днищами и пересекающимся набором — 1,4; для криволинейных швов — 1,05; для прерывистых швов — 1,1; для кольцевых поворотных швов — 1,05; для кольцевых неповоротных швов — 1,1; при сварке обратноступенчатым способом — 1,1; при толщине свариваемого металла от 1 до 5 мм — 1,15; при выполнении сварки за бортом с подвесных люлек — 1,2; на открытых сборочных площадках — 1,1; при сварке конструкций I группы — 1,0; II группы — 1,04; III группы — 1,09; при сварке после воздушно-дуговой строжки корня шва — 1,3.

Норму времени на ручную электродугую сварку на задание (партию свариваемых изделий) вычисляют по следующей формуле:

$$T_{\text{н}} = (T_{\text{шк1}}l_1 + T_{\text{шк2}}l_2 + \dots + T_{\text{шкп}}l_{\text{п}})m, \quad (5)$$

где $T_{\text{шк1}}, T_{\text{шк2}}, \dots, T_{\text{шкп}}$ — штучно-калькуляционное время на сварку 1 м шва в зависимости от его типа, пространственного положения и условий сварки; $l_1, l_2, \dots, l_{\text{п}}$ — длина шва каждого типа на свариваемом изделии, м; m — количество свариваемых изделий по заданию.

Т а б л и ц а 6

Время ручной электродуговой сварки двухсторонних швов стыковых соединений с двумя симметричными скосами кромок (на 1 м шва в минутах)

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

Примечания. 1. Диаметр электрода 4,0/5,0 мм. 2. Приведенное время рассчитано на сварку шва с одной стороны. 3. При сварке шва с другой стороны время определяется по этой же таблице в зависимости от положения шва в пространстве, а с учетом сварки после воздушно-дуговой строжки корня шва приведенное время умножается на коэффициент 1,3. 4. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику

Т а б л и ц а 7

Время ручной электродуговой сварки односторонних и двухсторонних швов тавровых соединений без скоса кромок (на 1 м шва, в минутах)

							
Катет шва, мм	Диаметр электрода, мм	Площадь поперечного сечения шва, мм ²	Количество проходов	Положение шва			
				нижнее	вертикальное	горизонтальное	потолочное
1	2,0	1,9	1	3,0	3,4	3,5	3,6
2	2,0	4,2	1	6,6	7,7	7,9	8,5
3	3,0	7,8	1	6,2	7,1	7,4	8,0
4	3,0	12,1	1	8,9	10,5	10,9	11,8
5	4,0/5,0	17,1	1	7,2	10,2	10,6	11,9
6	4,0/5,0	30,9	1	11,1	15,9	17,0	21,0
7	4,0/5,0	40,7	2	14,4	20,4	21,3	27,2
8	4,0/5,0	51,8	2	17,5	25,0	26,1	34,6
9	4,0/5,0	64,0	2	21,0	30,1	31,9	42,3
10	4,0/5,0	77,4	2	24,8	35,6	37,7	51,2

Примечания. 1. Приведенное время рассчитано на сварку шва с одной стороны. 2. При сварке шва с другой стороны время определяется по этой же таблице в зависимости от положения шва в пространстве. 3. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику.

3.4. Нормирование автоматической электродуговой сварки под флюсом

Автоматическая электродуговая сварка под флюсом применяется для сварки полотнищ обшивки, узлов набора и других конструкций корпуса судна. Этот вид сварки представляет собой механизированный процесс, обеспечивающий высокую производительность труда и хорошее качество сварных швов.

При этом облегчается труд сварщика, так как улучшаются условия выполнения процесса сварки.

Кроме того, учитывается следующий порядок работы:

- выполнение сварочных работ специализированными бригадами рабочих-сварщиков, закрепленными за определенным оборудованием, видом конструкций и узлов и т.д. (например, полотнищ, узлов набора, плоскостных секций, объемных секций и т. д.); выполнение сварки деталей и узлов, обработанных в соответствии с техническими условиями на изготовление свариваемых изделий, с соблюдением конструктивных элементов подготовки кромок под сварку, установленных ОСТ 5.9083–83 «Корпуса стальных судов. Сварка углеродистых и низколегированных сталей»;
- обеспечение рабочего места местными отсосами загрязненного воздуха;
- ограждение вспомогательными рабочими рабочих мест сварщиков защитными устройствами (ширмами, экранами) для ограничения воздействия электрической дуги на окружающих;
- своевременное обслуживание рабочих мест электросварщиков дежурным электромонтером и наладчиком автоматов;
- подача деталей, материалов, заготовок на рабочее место сварщика и отправка готовых изделий на склад или на судно вспомогательными рабочими; просеивание флюса и сортировка его по размерам зерен централизованно вспомогательными рабочими; обеспечение флюсом рабочих мест основными рабочими, выполняющими сварку;
- обеспечение администрацией условий для соблюдения сварщиками правил техники безопасности согласно ОСТ.5.9823–80.

Основное время – время горения дуги и наплавления металла на 1 м шва – определяют по формуле:

$$T_O = (60/v_{св})n,$$

где $v_{св}$ – скорость сварки, м/ч, принимаемая по ОСТ 5.9083–83; n – число проходов при сварке, принятое в соответствии с ОСТ 5.908–83.

Вспомогательное время включает затраты времени, зависящие от длины свариваемого шва — $t_{\text{вш}}$ и изделия — $t_{\text{ви}}$.

Вспомогательное время, зависящее от длины свариваемого шва, складывается из следующего времени: на зачистку свариваемых кромок от налета ржавчины перед сваркой; сбор флюса, засыпку его в бункер и выравнивание на флюсомедной подкладке; на проверку правильности установки головки автомата по центру шва с прокаткой его вхолостую и откатку в исходное положение; на ожидание охлаждения металла после каждого прохода и зачистку шва от шлака; на удаление остатка проволоки из головки автомата, смену кассеты, подачу проволоки в мундштук головки; на осмотр, промер и клеймение шва; на подтягивание проводов и перестановку газопылеприемника. Эту категорию затрат времени определяют по данным хронометражных наблюдений.

Вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия, содержит такие затраты времени: на установку направляющих; перестановку автомата и переход сварщика от шва к шву; на передвижение портала с автоматом, установку, поворот и снятие свариваемых изделий; на подкантовку обечаек при сварке. Это время устанавливают также по данным хронометражных наблюдений. Оно учитывается коэффициентом $K_{\text{ви}}$, значение которого для различных групп свариваемых конструкций принимается равным 1,3 — 1,65.

Различают следующие работы, составляющие три группы свариваемых конструкций: группа I — сварка стыковых соединений полотнищ и приварка набора к обшивке плоскостных секций; группа II — сварка стыковых соединений в направлении без погиби, полуобъемных секций с погибью в одной плоскости и обечаек; приварка набора к обшивке в направлении без погиби; группа III — сварка стыковых соединений в направлении погиби, монтажных и кольцевых стыков секций полуобъемных с погибью в одной плоскости, гофрированных полотнищ; приварка набора к обшивке в направлении погиби.

Время обслуживания рабочего места складывается из времени на устранение неполадок в работе автомата, регулирование и поддержание заданного режима сварки; включение и выключение автомата; регулирование вылета присадочной проволоки, уборку рабочего места. По данным фотографий рабочего дня, оно составляет 5 % оперативного времени.

Время на отдых и личные надобности при работе на автомате, по данным фотографий рабочего дня, не превышает 3 % оперативного времени.

Подготовительно-заключительное время состоит из затрат времени на получение заданий и сварочного материала, получение и сдачу инструмента и приспособлений, ознакомление с работой и инструктаж мастера; подготовку оборудования и приспособлений к работе; на установление заданных режимов сварки и проверку их на пробных планках; на сдачу работы

мастеру. По данным фотографий рабочего дня, подготовительно-заключительное время равно 4 % оперативного времени.

Коэффициент K , учитывающий время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время, равен 1,12. Штучно-калькуляционное время на 1 м шва рассчитывают по формуле (4).

Для учета различных видов сварки используют поправочные коэффициенты K_y : при сварке кольцевых поворотных стыков – 1,05; при сварке на открытых площадках и построечных местах, сварке тавровых узлов набора и фундаментов, обшивки в открытых секциях и на постели при высоте набора свыше 500 мм – 1,10; при сварке стыковых соединений с погибью на постелях, кольцевых швов обечаек, узлов таврового набора к обшивке открытых секций с погибью, фундаментов сложной конструкции – 1,20; при сварке узлов таврового набора высотой свыше 500 мм во всех направлениях к обшивке открытых секций с погибью в одной или двух плоскостях – 1,30; при сварке узлов набора, фундаментов, кронштейнов и других аналогичных конструкций в закрытых объемах – 1,35; при сварке узлов набора и судовых корпусных конструкций в закрытых секциях оконечностей, машинно-котельных помещений с большим количеством установленных механизмов и трубопроводов – 1,45. Примеры значений штучно-калькуляционного времени на автоматическую сварку под флюсом приведены в табл. 8, 9.

Норму времени на автоматическую электродуговую сварку под флюсом определяют по формуле (5), в которой $T_{шк1}, T_{шк2}, \dots, T_{шкn}$ – штучно-калькуляционное время на сварку 1 м шва в зависимости от его типа, пространственного положения и условий сварки; $l_1, l_2, \dots, l_n$ — длина шва каждого типа на свариваемом изделии, м; m – количество свариваемых изделий по заданию.

Т а б л и ц а 8

Время автоматической электродуговой сварки под флюсом швов стыковых соединений с двумя симметричными скосами кромок (на 1 м шва, в минутах)

						
Толщина металла, мм	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Средняя скорость сварки, м/ч	Группа конструкций		
				I	II	III
1	2	3	4	5	6	7
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

1	2	3	4	5	6	7
Ток переменный						
18	1	5	32,0	4,48	5,00	5,69
20	1	5	31,5	4,52	5,04	5,74
22	1	5	31,5	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

Примечания. 1. Приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны шва. При сварке с двух сторон шва приведенное время необходимо удваивать. 2. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику

Т а б л и ц а 9

Время автоматической электродуговой сварки под флюсом односторонних и двусторонних швов тавровых соединений без скоса кромок (на 1 м шва, в мин)

						
Катет шва, мм	Количество проходов	Диаметр электродной проволоки, мм	Средняя скорость сварки, м/ч	Группа конструкций		
				I	II	III
	Ток постоянный, полярность обратная					
4	1	2,0	47,5	3,73	4,16	4,73
5	1	2,0	42,5	3,93	4,39	4,94
6	1	2,0	40,5	4,04	4,50	5,13
7	1	2,0	37,5	4,21	4,69	5,34
8	1	2,0	32,5	4,57	5,10	5,80
9	2	2,0	17,0	14,49	16,16	18,39
10	2	2,0	17,0	14,49	16,16	18,39
	Ток переменный					
5	1	3,0	47,5	3,73	4,16	4,73
6	1	3,0	44,5	3,84	4,29	4,88
7	1	3,0	40,0	4,06	4,55	5,16
8	1	3,0	34,3	4,42	4,93	5,61
9	2	3,0	19,0	13,41	14,96	17,02
10	2	3,0	19,0	13,41	14,96	17,02

Примечания. 1. Приведенное время рассчитано на сварку одностороннего шва. При сварке двустороннего шва приведенное время необходимо удваивать. 2. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику.

3.4. Нормирование полуавтоматической электродуговой сварки под флюсом и в углекислом газе.

Полуавтоматическая электродуговая сварка широко применяется при изготовлении узлов и секций корпуса, а также при формировании корпусов

судов на построечных местах. Этот вид сварки обеспечивает надежное качество швов и высокую производительность сварочных работ.

Основное время – время горения дуги, необходимое для наплавления металла на 1 м шва, рассчитывают по формуле:

$$T_o = (F_1 \gamma 60 / I_1 \alpha_n) + (F_n \gamma 60 / I_n \alpha_n).$$

Площади поперечного сечения шва (мм^2) F_1 и F_n , приходящиеся на первый проход и все последующие проходы (суммарная площадь) рассчитывают по конструктивным элементам подготовки кромок и выполненного шва по ГОСТ 8713–79 для полуавтоматической сварки под флюсом и по ГОСТ 5264–80 – в углекислом газе. F_1 берут равной 20 – 40 мм^2 , а площадь на каждый последующий проход $F_n = 40 - 70 \text{ мм}^2$. Число проходов $n_{\text{пр}}$ рассчитывают по формуле (3).

Плотность наплавленного металла шва γ равна 7,8 г/см^3 . Силу тока (А) I_1 и I_n определяют по ОСТ 5.9083–83.

Коэффициент наплавки α_n составляет 17 $\text{г/А}\cdot\text{ч}$ при сварке под флюсом с использованием сварочной проволоки марок, рекомендуемых ОСТ 5.9083–83, и 13 $\text{г/А}\cdot\text{ч}$ – при сварке в углекислом газе.

Вспомогательное время состоит из затрат времени, зависящих от длины свариваемого шва – $t_{\text{вш}}$ и свариваемого изделия – $t_{\text{ви}}$.

Вспомогательное время, зависящее от длины шва, включает следующие затраты времени: на сбор флюса и засыпку его в бункер; на ожидание охлаждения металла после каждого прохода и зачистку шва от шлака (окисной пленки); откусывание огарков проволоки, удаление остатка проволоки из головки полуавтомата и подачу ее в мундштук головки; на смену кассеты, зачистку и обезжиривание свариваемых кромок перед сваркой от налета ржавчины; осмотр, промер и клеймение шва; на переход сварщика после каждого прохода к началу шва; подтягивание проводов и установку газопылеприемника. Эту категорию затрат определяют по данным хронометражных наблюдений.

Вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия, содержит такие затраты времени: на установку, поворот и снятие свариваемых изделий; на закрепление и открепление изделий; на перестановку полуавтомата и газопылеприемника и переходы сварщика от шва к шву.

Это время находят по данным хронометражных наблюдений. Оно учитывается коэффициентом $K_{\text{ви}}$, значение которого для различных групп свариваемых конструкций принимается равным 1,15–1,35 – для полуавтоматической сварки под флюсом и 1,1–1,3 – в углекислом газе.

Группы свариваемых конструкций включают следующие работы: группа I – сварка стыков набора, приварка набора к обшивке плоскостных секций и секций с погибью в одной плоскости; сварка узлов набора, фундаментов и аналогичных конструкций простой конфигурации; группа II – приварка узлов набора и фундаментов к обшивке полуобъемных секций с погибью в одной или двух плоскостях и других конструкций средней

сложности; группа III – приварка узлов набора к обшивке объемных секций с погибью, сварка тавровых узлов и фундаментов сложной конфигурации; сварка монтажных стыков объемных секций и на построечных местах при формировании корпуса судна.

Время обслуживания рабочего места состоит из затрат времени: на подготовку полуавтомата к работе и устранение мелких неполадок в работе полуавтомата; регулирование режима его работы, включение и выключение полуавтомата в процессе работы; установку и перенос шлангов, смену баллонов и на уборку рабочего места.

По данным фотографий рабочего дня, оно составляет 5 % оперативного времени при сварке под флюсом и 12 % – в углекислом газе.

Время на отдых и личные надобности, по фотографии рабочего дня, не превышает 5 % оперативного времени при сварке под флюсом и 6 % – в углекислом газе.

Подготовительно-заключительное время включает время на получение задания и сварочных материалов, получение и сдачу инструмента и приспособлений, получение инструктажа мастера в начале смены, подготовку оборудования и приспособлений к работе, установление заданных режимов сварки и проверку их на пробных планках, сдачу работы мастеру. По данным фотографий рабочего дня, это время составляет 4 % оперативного времени.

Коэффициент K , учитывающий время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности и подготовительно-заключительное время, равен 1,14 при сварке под флюсом и 1,22 в углекислом газе.

Штучно-калькуляционное время на 1 м шва рассчитывают по формуле (4). Примеры значений штучно-калькуляционного времени полуавтоматической сварки приведены в табл. 10 - 12.

Для учета различных условий сварки и видов свариваемых швов в формулу штучно-калькуляционного времени вводятся следующие поправочные коэффициенты K_y : при сварке швов криволинейных – 1,05; прерывистых, кольцевых неповоротных, обратноступенчатых, кольцевых поворотных – 1,05; при сварке стыковых соединений конструкций на открытых площадках и построечных местах; при сварке стыковых соединений и таврового набора к обшивке секций с погибью в одной плоскости, узлов и фундаментов конфигурации средней сложности – 1,10; при сварке стыковых соединений и узлов таврового набора к обшивке полуобъемных открытых секций с погибью в одной или двух плоскостях при высоте пересекающегося набора до 500 мм и расстоянии между ребрами набора до 640 мм в постелях и при сварке тавровых узлов набора, фундаментов сложной конфигурации в кондукторах и бортового набора на построечных местах – 1,20; при сварке узлов таврового набора к обшивке открытых секций с погибью при высоте набора свыше 500 мм и расстоянием между

ребрами до 650 мм на постели, стыков палубного набора на построечных местах, внутренних цистерн – 1,30; при сварке узлов набора, фундаментов, кронштейнов и аналогичных корпусных конструкций при наличии ранее установленного набора в закрытых объемах – 1,35; при сварке стыков междудонного набора при открытом втором дне на построечном месте и сварке набора и переборок в оконечностях судна, слесарно-монтажного насыщения и заделок внутри корпуса – 1,4; при сварке узлов набора и аналогичных конструкций в закрытых объемах секций оконечностей, коффердамах и машинно-котельных помещениях с большим количеством установленных механизмов, трубопроводов и т.п. – 1,45.

Норму времени на полуавтоматическую электродуговую сварку под флюсом изделий, входящих в задание, определяют по формуле (5), в которой $T_{шк1}, T_{шк2}, \dots, T_{шкп}$ – штучно-калькуляционное время на сварку 1 м шва в зависимости от его типа и толщины металла; $l_1, l_2, \dots, l_n$ – длина швов различных типов на свариваемом изделии; n – количество свариваемых изделий в партии (задании).

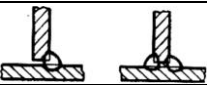
Т а б л и ц а 10

Время полуавтоматической электродуговой сварки под флюсом двухсторонних швов стыковых соединений со скосом кромок (на 1 м шва, в мин)

						
Толщина металла, мм	Площадь поперечного сечения шва, мм ²	Диаметр электродной проволоки, мм	Сила тока, А	Группа конструкций		
				I	II	III
	Первая 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
	Вторая 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
<i>Примечания.</i> 1. Ток постоянный, полярность обратная. 2. Количество проходов — 1. 3. Приведенное время рассчитано на сварку с одной стороны двустороннего шва. 4. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику						

Т а б л и ц а 11

Время полуавтоматической электродуговой сварки под флюсом односторонних и двусторонних швов тавровых соединений без скоса кромок (на 1 м шва, в мин)



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

Примечания. 1. Ток постоянный, полярность обратная. 2. Приведенное время рассчитано на сварку одностороннего шва. При сварке двустороннего шва приведенное время необходимо удваивать. 3. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику

Т а б л и ц а 12

Время полуавтоматической электродуговой сварки в углекислом газе тавровых односторонних и двусторонних соединений без скоса кромок (на 1 м шва, в мин)



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

Примечания. 1. Приведенное время рассчитано на сварку шва с одной стороны. При сварке шва с другой стороны время определяется по этой же таблице в зависимости от положения шва в пространстве. 2. Разряд работы в зависимости от сложности свариваемых конструкций определяется по Единому тарифно-квалификационному справочнику

4. Пример выполнения работы

4.1. *Задание.* Рассчитать норму времени на сборку днищевой секции из низколегированной стали с погибью в одном направлении (со стрелкой погиби 400 мм), состоящей из полотнища наружной обшивки, собираемой в постели из листов толщиной 15 мм, с общей длиной соединяемых кромок 42 м и общей длиной обжатия к лекалам постели – 36 м; из ребер жесткости несимметричного полособульба № 20, длиной 6 м, в количестве 24 шт., общей длиной соединяемых кромок – 144 м и стыкуемых концов набора в количестве 8 шт. с применением магнитного прижима; тавровых узлов вертикального киля (ВК) – высотой 1 м, длиной 12 м и толщиной – 20 мм; стрингеров – высотой 0,6 м, длиной 12 м и толщиной 15 мм – 4 шт.; бракет, устанавливаемых между стрингерами и ВК – полупериметром 2,0 м, толщиной 20 мм, с установкой по трем кромкам, с вырезами для выставленного набора, количеством 36 шт.; заделок проникаемых полупериметром 0,4 м, устанавливаемых внакрой, количеством 120 шт. Секция предназначена для среднего судна длиной 115 м, пятого судна в серии, на предприятии с годовым выпуском 10 судов.

Решение. Норму времени на сборку секции находим по формуле (1), определяем штучно-калькуляционное время.

При сборке полотнища с погибью в одном направлении из листов постели (см. табл. 1) для толщины листа 15 мм время на 1 м соединения составляет 0,32 ч для стыкования и 0,18 ч на обжатие к лекалам постели.

При сборке полотнища из листов по стыкам и пазам при длине соединяемых кромок 42 м, обжатию к лекалам постели – 36 м, и с учетом коэффициента 1,2 на стрелку погиби свыше 100 мм (см. табл. 1) $T_{шк1} = (0,32 \cdot 42 + 0,18 \cdot 36) \cdot 1,2 = 23,9$ ч. Время на установку на полотнище с погибью ребер жесткости из несимметричного полособульба № 20 составляет по табл. 3 – 0,21 ч, а на соединение концов набора по табл. 42 [4] – 0,26 ч. При общей длине соединяемых кромок 144 м и 8 соединяемых концов набора с применением магнитного прижима (коэффициент 0,9) $T_{шк2} = 0,21 \cdot 144 + 0,26 \cdot 8 \cdot 0,9 = 32,1$ ч.

Время на установку тавровых узлов определяем по табл. 2. При высоте ВК 1 м и толщине стенки 20 мм оно составит 0,47 ч на 1 м соединения, а при высоте стрингера 0,6 м и толщине стенки 15 мм – 0,34 ч. Всего время на установку ВК длиной 12 м; стрингеров длиной 12 м – 4 шт. и с учетом коэффициента 1,2 на установку в секции с погибью в одном направлении: $T_{шк3} = (0,47 \cdot 12 + 0,34 \cdot 12 \cdot 4) \cdot 1,2 = 26,35$ ч.

Время на установку бракет определяем по табл. 5. При полупериметре детали 2,0 м и толщине 20 мм оно равно 0,61 ч на деталь. А на 36 деталей с учетом коэффициентов 1,2 при установке по трем кромкам, 1,2 – в объемных секциях и 0,75 – при установке количества деталей свыше 30 шт: $T_{шк4} = 0,61 \cdot 36 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 23,7$ ч.

Время на установку заделок непроницаемых по набору, находим по табл. 41 [4]. Для заделок полупериметром 0,4 м, устанавливаемых внакрой, норма времени составляет 0,17 ч на одну заделку. Для 120 шт. заделок с учетом коэффициента 1,2 на установку в объемной секции и коэффициента 0,75 при установке количества деталей свыше 30 шт.: $T_{шк5} = 0,17 \cdot 120 \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 18,36$ ч.

Норма времени на сборку днищевой объемной секции с учетом коэффициента 0,8 для средних судов на предприятии с годовым выпуском 10 судов: $T_n = (23,9 + 32,1 + 26,35 + 23,7 + 18,36) 0,8 = 99,5$ ч.

4.2. *Задание.* Рассчитать норму времени на сварку монтажного стыка наружной обшивки корпуса на стапеле при следующих данных:

Одно соединение стыковое с двумя симметричными скосами кромок, двустороннее, толщина металла 16 мм.

Шов внутренний в вертикальном положении, длиной 20 м; сварка в тесных закрытых объемах.

Шов внутренний в нижнем положении, длиной 10 м; сварка в тесных закрытых объемах.

Шов наружный в вертикальном положении, длиной 20 м; сварка после воздушно-дуговой строжки корня шва на высоте свыше 3 м с использованием лесов.

Решение. Норму времени определяем по формуле (5). Штучно-калькуляционное время на сварку шва стыкового соединения с двумя симметричными скосами кромок, двустороннего, при толщине металла 16 мм находим по табл. 6. Для шва внутреннего в вертикальном положении это время равно 25,9 мин на 1 м шва. С учетом коэффициента 1,4 при сварке в закрытых тесных объемах и 1,09 для конструкций III группы, оно составляет $T_{шк1} = 25,9 \cdot 1,4 \cdot 1,09 = 39,52$ мин; для шва внутреннего в нижнем положении время на сварку составляет 19,9 мин на 1 м шва, а с учетом коэффициентов 1,4 при сварке в закрытых тесных объемах и 1,09 для конструкций III группы: $T_{шк2} = 19,9 \cdot 1,4 \cdot 1,09 = 30,36$ мин. Для шва наружного в вертикальном положении это время равно 25,9 мин, на 1 м шва, а с учетом коэффициентов 1,3 – на сварку после воздушно-дуговой строжки корня шва, 1,15 при сварке на высоте свыше 3 м с лесов и 1,09 для конструкций III группы оно составляет $T_{шкн} = 25,9 \cdot 1,3 \cdot 1,15 \cdot 1,09 = 42,20$ мин.

Норма времени на сварку одного монтажного стыка при длине швов: внутреннего и наружного в вертикальном положении – 20 м, внутреннего в нижнем положении – 10 м составляет $T_n = (39,52 \cdot 20 + 30,36 \cdot 10 + 42,20 \cdot 20) 1 = 1938$ мин.

4.3. *Задание.* Рассчитать норму времени на автоматическую электродугую сварку под флюсом полотнищ двух полуобъемных бортовых открытых секций с погибью в одной плоскости на постели с приваркой таврового набора в направлении для погиби при следующих данных:

- шов на полотнище стыкового соединения со скосом кромок двусторонний, толщина металла 18 мм, длина шва 20 м с каждой стороны, сварка на постоянном токе;

- шов таврового соединения без скоса кромок двусторонний, катет шва 10 мм; длина швов привариваемого таврового набора 26 м на одном полотнище, высота набора 400 мм.

Решение. Норму времени на сварку полотнищ секций и приварку набора находим по формуле (5). Определяем штучно-калькуляционное время на сварку швов стыкового соединения с двумя скосами кромок (см. табл. 8). При толщине металла 18 мм для II группы конструкций для первой стороны двустороннего шва оно равно 4,74 мин и 4,74 мин для второй стороны на 1 м шва с учетом коэффициента 1,2 при сварке стыковых соединений секций с погибью на постелях оно составит $T_{шк1} = 4,74 \cdot 1,2 = 5,69$ мин и $T_{шк2} = 4,74 \cdot 1,2 = 5,69$ мин.

На сварку шва таврового соединения без скоса кромок двустороннего (см. табл. 9) время на 1 м шва при катете шва 10 мм для II группы конструкций равно 16,16 мин, а с учетом коэффициента 1,2 на приварку узлов таврового соединения к обшивке открытых секций с погибью оно составит $T_{шк3} = 16,16 \cdot 1,2 = 19,39$ мин.

Норма времени на автоматическую сварку под флюсом полотнищ при общей длине швов 20 м и приварку узлов набора при общей длине швов 26 м для двух бортовых секций: $T_n = (5,69 \cdot 20 + 5,69 \cdot 20 + 19,39 \cdot 26 \cdot 2) \cdot 2 = 2471,8$ мин.

4.4. *Задание.* Рассчитать норму времени на полуавтоматическую сварку под флюсом стыковых соединений полотнища трех открытых полуобъемных секций с погибью. Полотнище сваривают швом стыкового соединения со скосом кромок двусторонним, толщина металла 18 мм, общая длина шва с одной стороны 24 м.

Решение. Норму времени находим по формуле (5). Определяем штучно-калькуляционное время для двустороннего шва стыкового соединения со скосом кромок (см. табл. 10).

При толщине металла 18 мм для II группы свариваемых конструкций оно равно 15,95 мин на 1 м шва для первой стороны шва и 4,66 мин для второй стороны шва, а с учетом коэффициента 1,2 на сварку стыковых соединений полуобъемных открытых секций с погибью $T_{шк1} = 15,95 \cdot 1,2 = 19,14$ мин и $T_{шк2} = 4,66 \cdot 1,2 = 5,59$ мин на 1 м шва.

Норма времени на полуавтоматическую сварку полотнища открытых полуобъемных секций при длине шва 24 м равна $T_n = (19,14 \cdot 24 + 5,59 \cdot 24) \cdot 3 = 1780,6$ мин.

Практическая работа № 2

РАСЧЕТ ТРУДОЁМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЛОСКОСТНОЙ СЕКЦИИ КОРПУСА СУДНА С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ, ОТЛИЧНЫХ ОТ ПРЕДУСМОТРЕННЫХ НОРМАТИВАМИ

1. Цель работы. Освоить методы определения трудоемкости изготовления плоскостных секций на механизированной поточно–позиционной линии.

2. Теоретический раздел

В данной практической работе выполняются технологические расчеты по поточно–позиционной линии изготовления плоскостных секций.

Расчеты включают в себя определение трудоемкости, необходимого количества технологического оборудования, среднего ритма выпуска продукции и количества производственных рабочих. Работа заканчивается составлением технико-экономических показателей линии.

При разработке методических указаний использовался технологический проект поточно–позиционной линии изготовления плоских секций, разработанная по руководящим материалам технологической службы судостроительного завода - методика 74031-241-70.

3. Порядок выполнения расчетов

Расчет трудоемкости. Трудоемкость работ, выполняемых с применением средств механизации, отличных от предусмотренных нормативами, определяется путем умножения нормативной трудоемкости на коэффициент корректировки трудоемкости при механизации:

$$T_p = T_p^H \cdot K_{MP1}; \quad T_p = T_p^H \cdot K_{MP1} \cdot (K_{ПН})^{-1},$$

где T_p - трудоемкость работ, н.ч; T_p^H - трудоемкость на годовую программу при существующей механизации н.ч; K_{MP} - коэффициент механизации работ (корректировки трудоемкости); $K_{ПН}$ – 1,1 коэффициент переработки норм.

Коэффициент механизации работ (корректировки трудоемкости по операциям), механизированным полностью или частично определяется путем сопоставления нормативной трудоемкости с расчетной, исходя из объемов работ и характеристик оборудования.

Коэффициенты механизации работ приняты с учетом следующих операций:

K_{MP1} – сборка полотна – за счет оборудования позиции перегружателем с поворотной магнитной траверсой для подачи и ориентации листов

полотна и стендом, обеспечивающим обжатие свариваемых кромок и одностороннюю автоматическую сварку стыков и пазов полотна с обратным формированием шва;

K_{MP2} — сварка полотна — за счет оборудования позиции сварочным стендом, обеспечивающим обжатие свариваемых кромок и одностороннюю автоматическую сварку стыков и пазов полотна с обратным формированием шва;

K_{MP4} — установка и приварка набора главного направления полотна — за счет оборудования позиции агрегатом, обеспечивающим механизированную установку, обжатие и автоматическую приварку набора одновременно с двух сторон;

K_{MP5} — установка перекрестного набора — за счет применения агрегатов для подачи, установки и механизированного обжатия набора;

K_{MP6} — сварка перекрестного набора — за счет применения стрел для подачи сварочных аппаратов к местам сварки и улучшения организации труда;

K_{MP3} , K_{MP7} — по остальным технологическим операциям — за счет создания специализированной линии и улучшения организации труда.

Значения трудоемкости T_p^H и K_{MP} приведены в табл. 13.

Т а б л и ц а 13

Задания для выполнения практической работы

Наименование операции	Трудоемкость на трудовую программу при существующей технологии T^H_p , н.ч			Коэффициент корректировки трудоемкости K_{MP}		
	Варианты					
	1	2	3	1	2	3
1. Сборка полотнища	11850	12100	12350	0,57	0,58	0,59
2. Сварка полотнища	10620	10820	11050	0,55	0,56	0,57
3. Разметка	2380	2420	2520	0,80	0,81	0,82
4. Установка и приварка набора главного направления	30560	31900	32100	0,49	0,50	0,51
5. Установка перекрестного набора	12750	13050	13300	0,70	0,71	0,72
6.Сварка перекрестного набора	20800	21100	21900	0,80	0,81	0,82
7. Установка и приварка насыщения и сдача секции	1120	1200	1290	0,90	0,89	0,91

Расчет трудоемкости изготовления секции выполнить в табл. 14.

Т а б л и ц а 14

Технологическая трудоемкость изготовления плоских секций

Наименование операции	Трудоемкость T_p^H , н. час	Коэффициент корректировки, K_{MP}	Трудоемкость на годовую программу при механизации	
			н. час	чел.·час
Итого				

Библиографический список

1. *Галкин В.А.* Справочник судосборщика: судокорпусные работы / В.А. Галкин. – Л.: Судостроение, 1987. – 272 с.
2. *Гармашев А.Д.* Технология судостроения / А.Д. Гармашев, В.Л. Александров, А.Р. Арю, Э.В. Ганов, А.В. Догадин, В.Ю. Лейзерман, А.С. Роганов, И.А. Соколова, П.И. Щербинин; под общ. ред. А.Д. Гармашева. – СПб: Профессия, 2003. – 342 с.
3. ОСТ 5.9912–83 Корпуса стальных надводных судов. Типовые технологические процессы изготовления узлов и секций корпуса. – Л.: НПО «Ритм», 1984. – 106 с.
4. *Голота Г.Ф.* Техническое нормирование судокорпусных и судомонтажных работ / Г.Ф. Голота. – Л.: Судостроение, 1987. – 128 с.

РАСЧЕТ ТРУДОЕМКОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СЕКЦИЙ КОРПУСА СУДНА

*Методические указания
к выполнению практических занятий*

*Составители : Лекарев Геннадий Викторович,
Перепада Константин Васильевич*

В авторской редакции

Изд. № 67/2021. Объем 1,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»