

Департамент внутренней и кадровой политики Белгородской области  
Областное государственное автономное образовательное учреждение  
среднего профессионального образования  
«Белгородский индустриальный колледж»

Рассмотрено

Предметно-цикловой комиссией

Протокол заседания №\_\_\_

От «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20 г

Председатель цикловой комиссии

\_\_\_\_\_ А.В.Кобченко

### **Методические указания**

по практическим работам

по профессиональному модулю (ПМ 02)

Разработка технологических процессов и проектирование изделий.

МДК 02.02 «Основы проектирования технологических процессов»

по специальности: 22.02.06 «Сварочное производство»

Разработчик:

Баженова О.А. \_\_\_\_\_

Белгородский индустриальный колледж

Белгород 2019г.

## Содержание

### ***Практическая работа №1***

«Определение свариваемости стали»

### ***Практическая работа №2***

«Разбивка конструкций на узлы, описание сборки-сварки»

### ***Практическое занятие №3***

«Расчёт режимов сварки»

### ***Практическая работа №4***

«Выбор сварочного оборудования для конструкции»

### ***Практическая работа №5***

«Назначение местной термической обработки для сварного узла»

### ***Практическая работа №6***

«Составление технических условий на узел, конструкцию»

### ***Практическая работа №7***

«Заполнение маршрутных, операционных, маршрутно-операционных карт (по заданию)»

### ***Практическая работа №8***

«Нормирование сборочно-сварочных операций узла, конструкции»

### ***Практическая работа №9***

«Расчёт площадей и планировка сборочно-сварочных отделений и участков»

### ***Практическая работа №10***

«Расчёт и планировка цеховых складов и кладовых»

### ***Практическая работа №11***

«Составление технологической планировки участка, цеха для узла, конструкции (по заданию)»

### ***Практическая работа №12***

«Изучение и выбор сборочного оборудования для сборки конкретного узла»

### ***Практическая работа №13***

«Изучение и выбор оборудования для вращения конструкций во время сварки»

## Практическая работа №1 Определение свариваемости стали.

**Цель:** научиться определять свариваемость для различных групп сталей в зависимости от его толщины и типа сварного соединения.

### Ход работы

1. Дать характеристику стали (по вариантам).
2. Записать механические и химические свойства стали (в виде таблицы).
3. Произвести расчёт  $C_{ЭКВ}$ .
4. Произвести расчёт температуры подогрева (если необходим)
5. Сделать вывод о свариваемости стали.

*Свариваемость* — свойство металлов образовывать сварное соединение при установленной технологии сварки, которое отвечает требованиям конструкции и эксплуатации изделий.

На свариваемость стали и сплавов оказывают влияние химические элементы, входящие в их состав, прежде всего углерод и легирующие элементы.

Свариваемость стали определенного химического состава характеризует эквивалент углерода, определяемый по формуле:

$$C_{ЭКВ} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10},$$

где буквы обозначают элементы по таблице Менделеева, содержание в %.

При оценке влияния химического состава на *свариваемость сталей*, кроме содержания углерода, учитывается также содержание других легирующих элементов, повышающих склонность стали к закалке. Это достигается путем пересчета содержания каждого легирующего элемента стали в эквиваленте по действию на ее закаливаемость с использованием переводных коэффициентов, определенных экспериментально.

Суммарное содержание в стали углерода и пересчитанных эквивалентных ему количеств легирующих элементов называется углеродным эквивалентом. Для его расчета существует ряд формул, составленных по различным методикам, которые позволяют оценить влияние химического состава низколегированных сталей на их свариваемость:

$$C_{\text{экв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Cr}/5 + \text{Mo}/5 + \text{V}/5 + \text{Ni}/15 + \text{Si}/15 + 0.0024 * S;$$

$$C_{\text{экв}} = C + \text{Mn}/6 + \text{Si}/24 + \text{Ni}/40 + \text{Cr}/5 + \text{Mo}/4 \text{ (японский метод);}$$

$$[C]_x = C + \text{Mn}/9 + \text{Cr}/9 + \text{Ni}/18 + 7\text{Mo}/90 \text{ (метод Шеффлера - для нержавеющей сталей),}$$

где цифры указывают содержание в стали в массовых долях процента соответствующих элементов

S – толщина металла, мм.

Каждая из этих формул приемлема лишь для определенной группы сталей, однако значение углеродного эквивалента может быть использовано при решении практических вопросов, связанных с разработкой технологии сварки.

По свариваемости стали углеродистые и легированные делятся на следующие группы.

**Первая группа** — хорошо сваривающиеся,  $C_{\text{экв}}$  не более 0,25. **Сварка** таких сталей выполняется без предварительного и сопутствующего подогрева, без последующей термической обработки, обычно они не дают трещин при сварке.

**Вторая группа** — стали удовлетворительно сваривающиеся,  $C_{\text{экс}}$  в пределах 0,25...0,35. **Сварка** таких сталей без трещин возможна в нормальных условиях, когда температура окружающей среды выше 0 °С, отсутствует ветер и т. п.

В других условиях сварка сталей этой группы возможна с предварительным подогревом или с предварительной и последующей термообработкой.

**Третья группа** — стали с ограниченной свариваемостью,  $C_{\text{экв}}$  в пределах 0,35...0,45; стали в обычных условиях сварки склонны к образованию трещин. **Сварка** таких сталей производится по специальной технологии с предварительной термообработкой и тепловой обработкой после сварки.

**Четвертая группа** — стали с плохой свариваемостью,  $C_{\text{экв}}$  более 0,45. Стали этой группы плохо поддаются сварке и склонны к образованию трещин. Их сварка выполняется с предварительной термообработкой, подогревом в процессе сварки и термообработкой после сварки.

Таблица 1- свариваемость сталей.

Свариваемость	Марка стали
Углеродистые, низко- или среднелегированные стали	

Хорошая	Ст1кп, Ст1пс, Ст1сп, Ст2кп, Ст2пс, Ст2сп, Ст3кп, Ст3пс, Ст3сп, Ст4кп, Ст4пс, Ст4сп, Ст3Гсп, 09Г2, 09Г2Д, 10Г2БД, 09Г2С, 09Г2СД, 08, 10, 15, 20, 25, 15К, 20К, 15Х, 20Х, 12ХН2, 15НМ, 10ХСНД, 15ХСНД, 15Х, 15Л, 20Л
-	-
Удовлетворительная	Ст5сп, Ст5Гсп, 30, 35, 20ХГСА
Ограниченная	Ст6пс, Ст6сп, 40, 45, 50, 35ХМ, 30ХГС, 33ХС, 20ХНЗА
Плохая	60Г, 65Г, 50ХН, 50ХГ, 50ХГА, 55С2, 65, 75, 85, 60С2, 9Х, 55Л
<i>Легированные стали</i>	
Хорошая	12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т, 08Х22Н6Т
Ограниченная	17Х18Н9Т, 2Х18Н9

Если оценка свариваемости по показателю  $C_{\text{экв}}$  указывает на склонность стали к появлению холодных трещин, то необходимо предусмотреть предварительный подогрев детали. Температуру подогрева ( $T$ , °С) можно определить по формуле

$$T = 350 \cdot \sqrt{(C_{\text{экв}} \cdot 0,25)^{0,5}}$$

Температура сопутствующего сварке или наплавке подогрева зависит от материала изделия и колеблется в среднем от 250 до 400° С.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Что такое свариваемость металла?
2. Перечислить группы свариваемости.
3. Как определить эквивалент углерода (формула).
4. Расчёт температуры подогрева.

## Варианты для расчёта свариваемости стали.

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Марка стали	09Г2	12ГС	12МХ	20ХГСА	20ХН	40ХФА	14ХГС	25ХГФ	14Г2	38ХМ	16ГС	38Х2Ю	20ХНР	15Х5	50ХН
Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Марка стали	15Х5М	14Г2	15ГС	20Г	15Н2М	15ХА	30Х	10Г2Б	15ГФ	30ХРА	30ХГСА	20ХН	17ГС	15Х5М	25Г
Используемые ГОСТы: 19282-73; 4543-71; 20072-74.															

## **Практическая работа №2 – 4 часа** **«Разбивка конструкций на узлы, описание сборки-сварки»**

**Цель:** научиться разбивать конструкцию на технологические подузлы, составлять последовательную схему сборки-сварки.

### **Ход работы**

1. Дать описание конструкции.
2. Разбить конструкцию на подузлы.
3. Выбрать способ сварки, сварочные материалы для конструкции.
4. Зарисовать сварные соединения для каждого подузла.
5. Составить схему сборки-сварки конструкции.

Между технологией и конструкцией имеется определенная взаимосвязь. Для получения технологической сварной конструкции необходимо использовать все свойства материала предназначенного для её изготовления, предусмотреть максимальное применение автоматизированных способов сварки при минимальной стоимости.

Правильная последовательность сборки и сварки приводит к минимальной деформации, повышению прочности конструкции, точности её изготовления, а следовательно, к снижению затрат труда на исправление деформированных конструкций и увеличению надежности конструкции в процессе её эксплуатации.

При проектировании необходимо учитывать, что величина деформации зависит от свойств металла, конструктивных форм изделия, типа соединения, сечение элементов и технологий сварки.

Все эти вопросы требуют комплексного решения в стадии «Технологического проекта» и разработки проектной технологии – «Предварительного проекта», а также в стадии «Разработки рабочих чертежей» и «Разработки технологической документации».

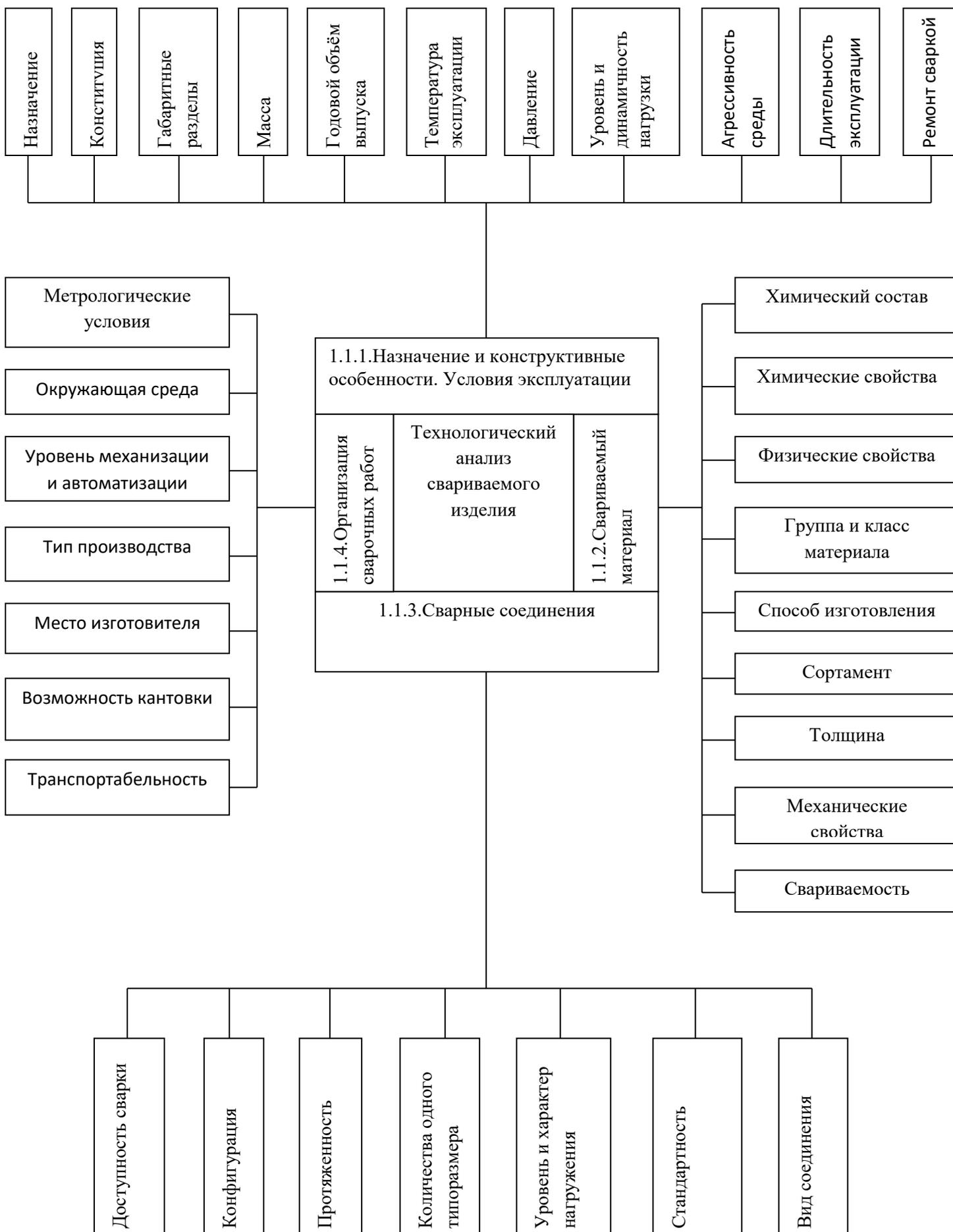
В процессе разработки «Предварительного проекта» технолог знакомится с работой изделия, частью которого является сварочная конструкция, изучает и анализирует чертеж, разработанный конструктором, т.е. проводит технологический анализ сварочного изделия. Совместно с конструктором разрабатывает технические условия на изготовления и контроль качества сварочного изделия.

Сварная конструкция считается технологичной, если она сконструирована из такого количества элементов, с приданием им таких размеров и форм, с применением таких марок и видов материала, технологий, оборудования, оснастки и методов организации производства, которые при заданном объеме выпуска и полном выполнении эксплуатационных конструкций обеспечивает её простое и экономичное изготовление.

Технологический анализ сварочного изделия рекомендуется проводить по четырем направлениям, характеризующих:

- 1) назначение, конструктивные особенности и условия эксплуатации изделия;
- 2) свариваемые (основной) материал;
- 3) сварные соединения;
- 4) организация сварочных работ.

# Структурно-логическая схема технологического анализа сварного изделия.



### Пример: Описание конструкции и анализ её технологичности

необходимо производить согласно структурно-логической схеме, технологического анализа по пунктам 1.11; 1.13 и 1.14

необходимо привести определенные технологичности (л {2} стр.8). одним из признаков технологичности является возможность разбивки на технологические подузлы.

Если проектируемая конструкция обладает этим признаком, дать в записке разбивку на подузлы в форме, показанной на примере.

Пример:

Поз. 1-пояс (2шт)

Поз. 2-вертикальная стенка

Поз. 3-ребро (6шт)

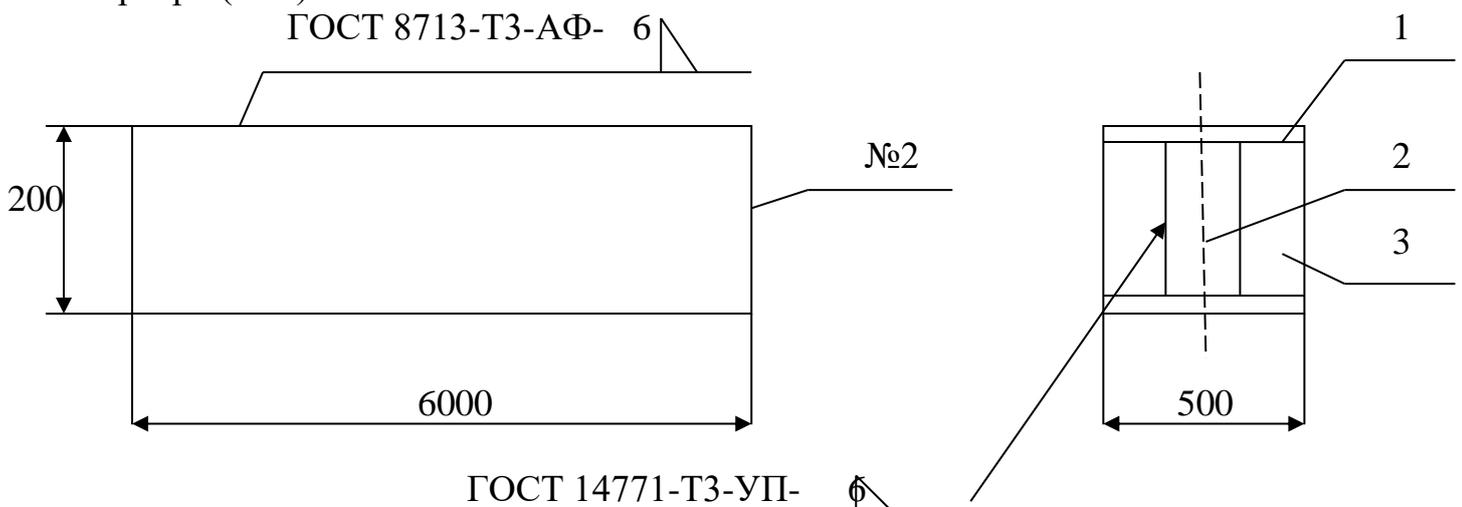
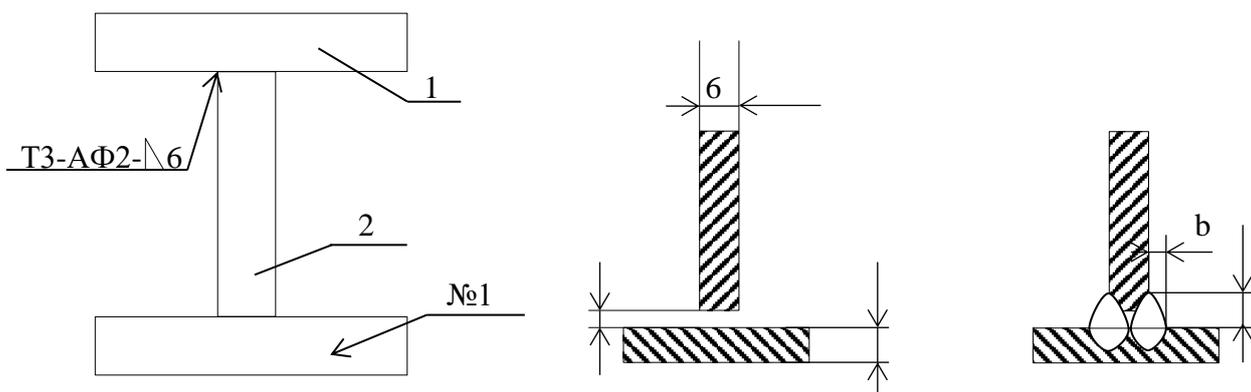


Рисунок 1.1 Эскиз сварного изделия.

I подузел=поз. 1 (2шт) + поз. 2

Поз. 1-пояс

Поз. 2-вертикальная стенка



Сварные швы выполняют по ГОСТ 8713

Рисунок 1.2 Эскиз I подузла

(К примеру оформления эскизов при разбивке на технологические подузлы).

II подузел = п/уI+поз.3 (6шт)

Поз. 3-ребро (6шт)

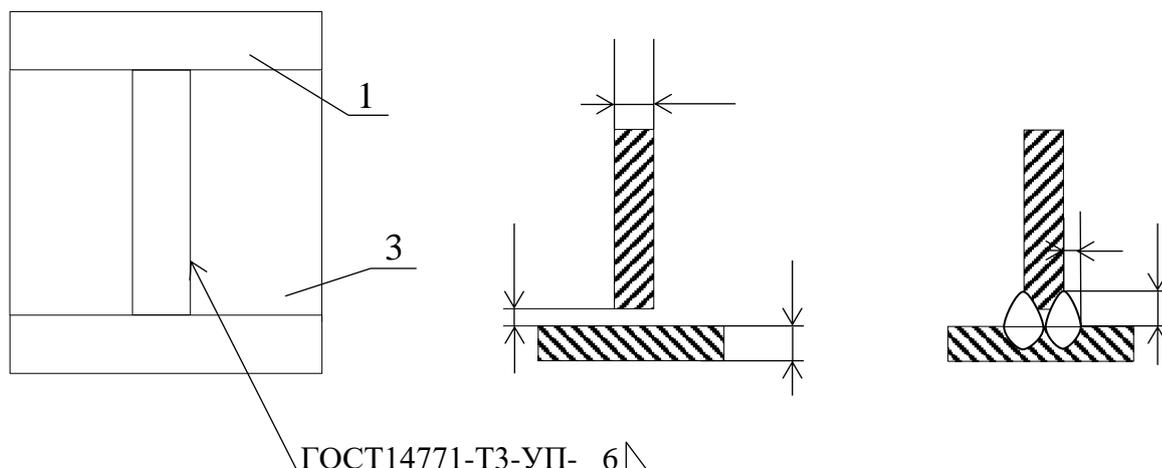


Рисунок 1.3 Эскиз II подузла

(К примеру оформление эскизов при разбивке на подузлы).

В конце освещения данного вопроса сделать вывод о технологичности заданной конструкции.

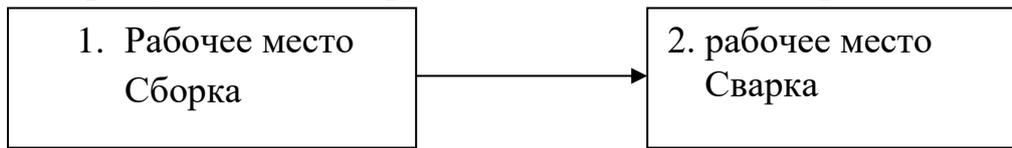
Расчленение изделий (по их чертежам) на сборочные единицы с выделением базовых деталей позволяет установить рациональную последовательность рабочих операций-сборочных, сварочных, технического контроля и транспортных, включая выбор наиболее целесообразного способа сборки и сварки каждого узла.

В зависимости от сложности сварной конструкции, её конфигурации, годового объёма выпуска, типа производства и способа сварки, сборку можно производить:

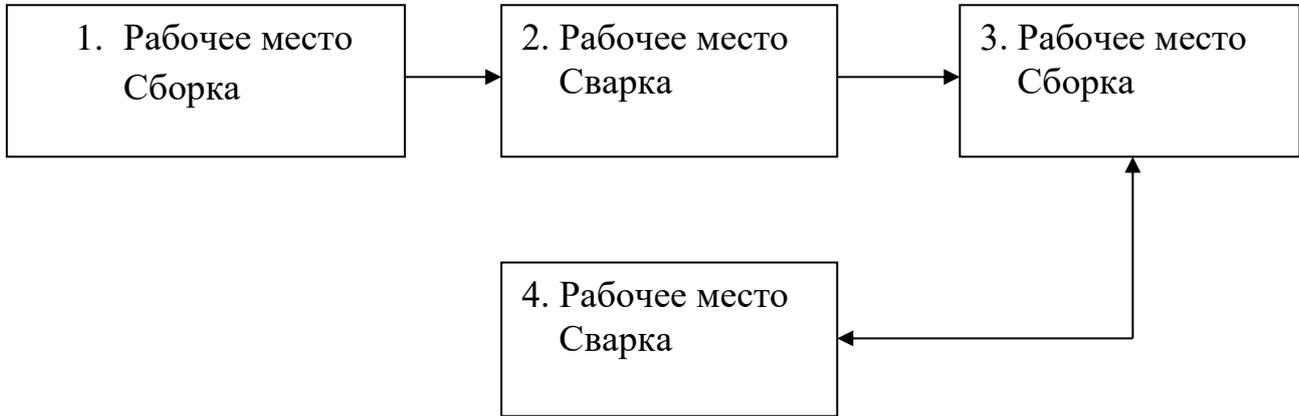
- 1) По разметке при помощи простейших универсальных приспособлений: струбцин, планок и т.д. с последующей прихваткой и проверкой.
- 2) На универсальных приспособлениях – плитах с пазами, снабженных упорами, фиксаторами и различными зажимными устройствами;
- 3) При помощи шаблонов, накладываемых на лёгкие детали из тонколистовых материалов вместе с ними на время прихватки;
- 4) По выступам и углублениям на штампованных деталях из тонколистовых материалов (при точечной и шовной сварке);
- 5) На специальных стендах и приспособлениях.

С учётом возможных способов сборки предусмотреть одну из рекомендуемых схем технологического процесса и сварки заданной конфигурации:

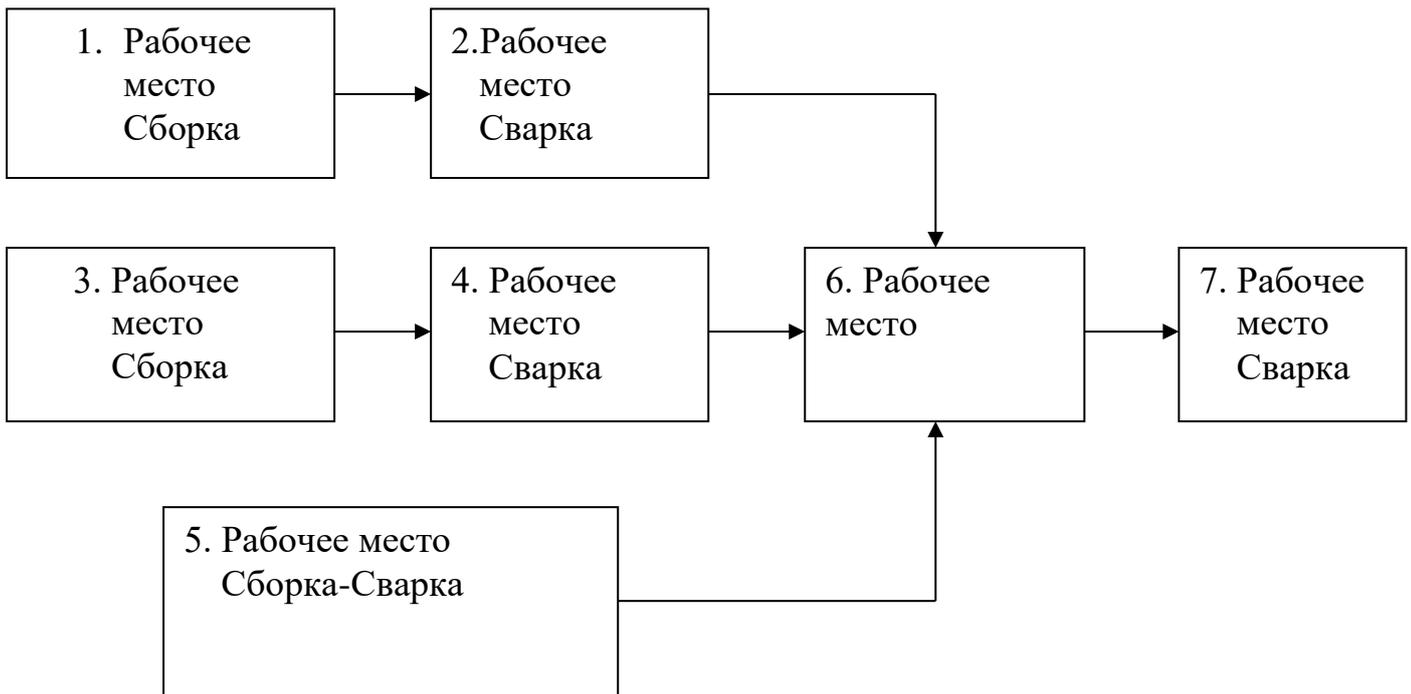
1) Сборка узла или конструкции с последующей сваркой.



2) Последовательная сборка и сварка методом наращивания.



3) Сборка и сварка узлов, затем сборка и сварка конструкции из этих узлов.



После выбора технологической схемы и сварки конструкции, необходимо составить её конструктивную схему и описать технологический процесс по конкретным рабочим местам.

При выборе способа сварки необходимо помнить, что качество сварных соединений обеспечивается:

- 1) Точно выдержанными проектными размерами, необходимыми зазорами;
- 2) Точным расположением плоскостей собираемых элементов, что в свою очередь гарантируется применением соответствующего сборочно-сварочного оборудования.

При принятии схемы технологического процесса необходимо учитывать технологические особенности принятого способа сварки. При этом необходимо помнить, что не только конструктивные формы изделия, сечения элементов и свойств свариваемого материала определяют величину остаточных деформаций, неизбежных при изготовлении всякой сварной конструкции. Эти сварочные деформации в равной степени зависят и от технологических факторов: вида соединений, технологии сварки, последовательности сборочных и сварочных операций, методов и приёмов выполнения операций и т.д. выбор наиболее целесообразных приёмов и последовательности сборочно-сварочных операций приводит к минимальным деформациям, повышению прочности конструкции, точности её изготовления, и следовательно, к снижению общей трудоёмкости работ; например, сборка без прихваток или с прихватками, с предварительным обратным выгибом или без него и т.д.

### **Контрольные вопросы.**

1. Дать определение технологичности.
2. Виды технологичности.
3. Схемы сборки-сварки конструкции.
4. От чего зависят сварочные деформации?
5. Способы устранения сварочных деформаций.

**Практическое занятие №3**  
**«Расчёт режимов сварки»-4 часа**

**Цель:** научиться производить расчёт для различных способов сварки.

**Задача**

Постановка задачи: по данным вариантам рассчитать режим ручной дуговой сварки соединения.

Исходные данные к вариантам.

№ Варианта	Тип сварочного соединение	Толщина свариваемых элементов	Марка электрода	Длина сварного шва, м	Примечание
1	C11	32 + 32	ОЗС-22Н	5	вертикальное положение
2	T1	16 + 16	АНО-5	7	статические нагрузки
3	C18	12 + 12	ВН-48	9	динамические нагрузки
4	H1	8 + 8	УОНИ-13/55	12	горизонтальное положение
5	C14	16 + 16	АНО-4	16	статические нагрузки
6	T3	8 + 8	ДСК-50	5	динамические нагрузки
7	C9	16 + 16	ОЗС-18	7	потолочное положение
8	H2	3 + 3	ВФС-65У	9	вертикальное положение
9	C11	24 + 24	ОЗШ-1	12	горизонтальное положение
10	T1	10 + 10	ОЗС-22Р	16	динамические нагрузки
11	T3	26 + 26	МР-3	5	статические нагрузки
12	C18	20 + 20	УОНИ-13/65	7	динамические нагрузки
13	H1	38 + 38	СМ-11	9	потолочное положение
14	C14	26 + 26	ДСК-50	12	статические нагрузки
15	T3	16 + 16	ОЗС-6	16	горизонтальное положение
16	C9	22 + 22	ОЗС-18	5	вертикальное положение
17	H2	12 + 12	ВСЦ-4А	7	потолочное положение
18	C11	18 + 18	ВСФ-85	9	динамические нагрузки
19	T1	24 + 24	ОЗШ-1	12	горизонтальное положение
20	C18	30 + 30	СМ-11	16	вертикальное положение
21	H1	18 + 18	ОЗС-22Н	5	динамические нагрузки
22	C14	30 + 30	УОНИ-13/55	7	потолочное положение
23	T3	24 + 24	ВСЦ-4	9	статические нагрузки
24	C9	30 + 30	ТМУ-21У	12	вертикальное положение
25	H2	22 + 22	ВН-48	16	горизонтальное положение
26	C11	28 + 28	ОЗС-6	5	статические нагрузки

27	T1	20 + 20	АНО-11	7	динамические нагрузки
28	C18	26 + 26	ЦУ-5	9	вертикальное положение
29	H1	3 + 3	СК2-50	12	потолочное положение
30	C14	40 + 40	МР-3	16	статические нагрузки

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РДС

1. Площадь наплавленного металла – сумма площадей элементарных фигур, образующих сечений сварного шва ( $F_{HM}$ , мм).

2. Род сварочного тока – устанавливается в зависимости от марки применяемого электрода (тип его покрытия) и условий эксплуатации сварочного соединения:

- при сварки электродами с основным покрытием применяют только постоянный ток;
- при сварке электродами с рутиловым покрытием, ответственных конструкции применяют постоянный ток;
- если соединение воспринимает статистические нагрузки, применяют переменный ток;
- если соединение воспринимает динамические нагрузки, применяют постоянный ток.

3. диаметр электрода ( $d_э$ , мм) – устанавливается по сварочным данным в зависимости от толщины свариваемых элементов. Если свариваются элементы разной толщиной, то  $d_э$  устанавливается по толщине более тонкого элемента.

- при многопроходной сварке корневой проход (корень шва) проваривают электродами  $d_{ЭК}=3$  мм, независимо от толщины свариваемых элементов. Для последующих проходов диаметр электрода ( $d_{ЭН}$ ) устанавливаются в зависимости от толщины свариваемых элементов, но не более 5 мм.
- для положений отличных от нижнего диаметр электрода должен быть не более 4 мм независимо от толщины свариваемых элементов.

4. величина сварочного тока ( $I_{CB}$ )

$$I_{CB} = \frac{\pi * d_э^2 * i}{4}, \text{ А}$$

где,  $i$  – плотность тока, А/мм<sup>2</sup>, устанавливается в зависимости от  $d_э$  по сварочным данным.

- при выборе сварочного тока для сварки корневого прохода, значение плотности устанавливается по нижнему её значению.
- при выборе плотности тока для сварки последующих проходов, значение плотности устанавливают по верхнему её значению.
- при сварке швов в положениях, отличных от нижнего, величину сварочного тока необходимо уменьшить на:
  - для горизонтального положения – 10 %
  - для вертикального положения – 15 %
  - для потолочного положения – 20 %

При многопроходной сварке величину сварочного тока необходимо рассчитать для корневого прохода ( $I_{CBK}$ ) и последующих проходов ( $I_{CBH}$ ).

5. количество проходов (n) – рассчитать только при многопроходной сварке.

$$n = \frac{F_{HI} - F_{HMк}}{F_{HMn}} + 1$$

где,  $F_{HM}$  – площадь сечения наплавленного металла, мм<sup>2</sup>

$F_{HMк}$  – площадь сечения наплавленного металла корневого прохода, мм<sup>2</sup>

$$F_{HMк}=(6\div 8)d_{Эк}$$

$D_{Эк}$  – диаметр электрода для сварки корневого прохода, мм

$F_{HMп}$  – площадь сечения наплавленного металла последующих проходов, мм<sup>2</sup>

$$F_{HMк}=(8\div 12)d_{Эн}$$

$D_{Эн}$  – диаметр электрода для сварки последующих проходов, мм

## 6. Расход сварочных электродов ( $M_{э}$ , кг)

### 6.1. для однопроводного шва:

$$M_{HM} = F_{HM} \times \rho \times L_M, \text{ кг}$$

где,  $F_{HM}$  – площадь наплавленного металла, м<sup>2</sup>

$\rho$  - плотность металла (для стали  $\rho = 7850$  кг/м<sup>3</sup>)

$L_M$  – длина сварного шва

$$M_{э} = M_{HM} \times Kp, \text{ кг}$$

где,  $M_{HM}$  – масса наплавленного металла, кг

$Kp$  – коэффициент расхода электродов (справочное данное)

### 6.2 для многопроводного шва:

$$M_{э} = (M_{HMк} + M_{HMп} \times n) \times Kp, \text{ кг}$$

где,  $M_{HMк}$  – площадь наплавленного металла корневого прохода

$$M_{HMк} = F_{HMк} \times \rho \times L_M, \text{ кг}$$

$$M_{HMп} = F_{HMп} \times \rho \times L_M, \text{ кг}$$

$n$  – число проходов

$Kp$  – коэффициент расхода электродов

Примечание: если в изделие (узле) имеется несколько однотипных сварных соединений (т.е. швов), рассчитанный расход электродов на один шов необходимо умножить на количество швов.

$$M_{э} = M_{э1} \times N$$

где,  $M_{э1}$  – расход электродов на один шов

$N$  – количество однотипных швов в соединении (узле, детали)

## 7. Напряжение на дуге и скорость сварки при РДС не регламентируются.

Таблица 1 – Диаметр электрода в зависимости от толщины свариваемых деталей

Толщина свариваемого металла	1 – 2	3	4 – 5	6 – 12	13 и более
Диаметр электрода	1,6 – 2,0	3	3 – 4	4 – 5	5 – 6

Таблица 2 – Плотность тока в зависимости от диаметра электрода и типа покрытия

Вид покрытия	3	4	5	6
Кислотное, рутиловое	14 – 20	11,5 – 16	10 – 13,5	9,5 – 12,5
Основное	13 – 18,5	10 – 14,5	9 – 12,5	8,5 – 12,0

Электроды для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей

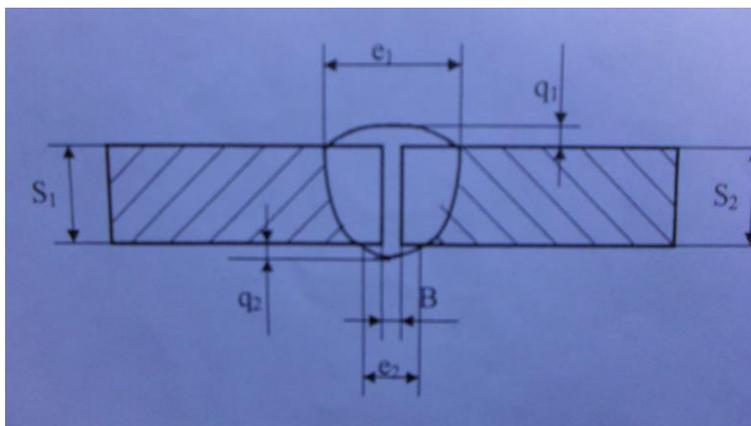
Марка электрода	Тип покрытия	Коэффициент расхода Кр, кг	Марка электрода	Тип покрытия	Коэффициент расхода Кр, кг
СМ-11	основное	1,7	УОНИ-13/55	основное	1,5
УОНИ-13/45	основное	1,5	АНО-11	основное	1,5
АНО-5	рутиловое	1,6	ТМУ-21У	основное	1,5
АНО-6	рутиловое	1,7	ЦУ-5	основное	1,6
ОЗС-23	рутиловое	1,6	ДСК-50	основное	1,6
ВСЦ-4	целлюлозное	1,5	ОЗС-25	основное	1,6
ОМА-2	Кислое	1,7	ОЗС-18	основное	1,5
АНО-4	рутиловое	1,6	СК2-50	основное	1,6
АНО-14	рутиловое	1,6	ВСЦ-4А	целлюлозное	1,4
АНО-18	рутиловое	1,7	УОНИ-13/55У	основное	1,6
ОЗС-4	рутиловое	1,6	УОНИ-13/65	основное	1,6
ОЗС-6	рутиловое	1,5	ОЗС-24	основное	1,7
ОЗС-12	рутиловое	1,7	ВФС-65У	основное	1,4
МР-3	рутиловое	1,7	ВСЦ-60	целлюлозное	1,5
ОЗС-21	кислое	1,7	ВФС-75У	основное	1,4
ВН-48	основное	1,6	ВФС-85	основное	1,4
УОНИ-13/55К	основное	1,6	УОНИ-13/85	основное	1,6
ОЗС-22Р	основное	1,6	НИАТ-3М	основное	1,6
ОЗС-17Н	рутиловое	1,5	ОЗШ-1	основное	1,4
ОЗС-22Н	основное	1,6			



### Практическая работа №3.

#### МЕТОДИКА РАСЧЕТА РЕЖИМОВ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ ОДНОПРОХОДНЫХ ШВОВ.

1. Определить площадь наплавленного металла ( $F_{нм}$ ) – сумма площадей элементарных фигур, образующих сечение сварного шва. Она не должна превышать  $100 \text{ мм}^2$ . В противном случае шов будет многопроходным.



2. Определить действительную глубину проплавления ( $h_q$ )

-для одностороннего однопроходного шва

$$h_q = S + q_2, \text{ мм}$$

-для двухстороннего однопроходного шва

$$h_q = \frac{1}{2} \cdot S + q_2, \text{ мм}$$

3. Определить расчетную глубину проплавления ( $h_p$ )

-для одностороннего шва

$$h_p = h_q - (0,5 \div 1) \cdot B$$

-для двухстороннего шва

$$h_p = 0,5 \cdot [h_q - (0,5 \div 1) \cdot B] + 2$$

4. Род и полярность сварочного тока- устанавливается по методике расчета режимов ручной дуговой сварки.

5. Определить величину сварочного тока ( $I_{св}$ )

$$I_{св} = \frac{h_p}{K} \cdot 100, \text{ А}$$

Где, К – коэффициент пропорциональности (мм/100А) зависит от рода тока и полярности тока, диаметра электрода, марки флюса и вида соединения. Значение К устанавливается в пределах  $K=1,0 \div 2,0$ . Для стыковых соединений  $K=1,1$ .

#### 6. Определить диаметр электродной проволоки ( $d_э$ ) мм

$$d_э = 2 \cdot \sqrt{\frac{I_{св}}{i \cdot \pi}}, \text{ мм}$$

Где,  $i$  – плотность тока,  $\frac{А}{мм^2}$  (справочные данные), устанавливаются в зависимости от  $d_э$  как среднее значение плотности тока для диаметров 3,4,5 мм. Окончательный диаметр проволоки устанавливается по ГОСТ 2246-70 как ближайшее значение к расчетному.

#### 7. Напряжение на дуге ( $U_д$ )

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1, \text{ В}$$

#### 8. Вылет электродной проволоки ( $L_э$ )

$$L_э = (10 \div 15) \cdot d_э, \text{ мм}$$

-для стыковых соединений без разделки кромок  $L_э = 10 \cdot d_э$ , мм

#### 9. Коэффициент наплавки ( $\alpha_н$ ) – определяют с учетом рода тока, его полярности и вылета электрода.

-при сварке на постоянном токе обратной полярности

$$\alpha_н = 11,6 \pm 0,4, \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

-при  $L_э = 15 \cdot d_э$                        $\alpha_н = 11,6 \pm 0,4, \text{ г/А} \cdot \text{ч}$

-при  $L_э = 10 \cdot d_э$                        $\alpha_н = 11,6, \text{ г/А} \cdot \text{ч}$

-при сварке на постоянном токе прямой полярности и на переменном токе

$$\alpha_н = A + B \frac{I_{св}}{d_э}, \text{ г/А} \cdot \text{ч}$$

Где, А и В – коэффициенты, зависящие от рода и полярности тока (справочное данное)

#### 10. Скорость сварки ( $V_{св}$ )

$$V_{св} = \frac{\alpha_н \cdot I_{св}}{F_{нм} \cdot \rho \cdot 100}, \text{ м/ч}$$

Где,  $\rho$  – плотность металла (для стали  $\rho=7,85\text{г/см}^3$ )

$F_{\text{НМ}}$ - площадь наплавленного металла , $\text{см}^2$

### 11.Скорость подачи сварочной проволоки ( $V_{\text{ПП}}$ )

$$V_{\text{м}} = \frac{4 \cdot \alpha_{\text{Н}} \cdot I_{\text{СВ}}}{\pi \cdot d_{\text{э}}^2 \cdot \rho} \text{ , М/Ч}$$

### 12.Расход сварочных материалов

-масса наплавленного металла

$$M_{\text{НМ}} = F_{\text{НМ}} \cdot \rho \cdot L$$

-расход сварочной проволоки

$$M_{\text{э}} = M_{\text{НМ}} \cdot K_{\text{Рпр}} \text{ , кг}$$

Где,  $K_{\text{Рпр}}$  – коэффициент расхода сварочной проволоки при сварке под флюсом, принять как  $K_{\text{Рпр}}=1,05$

-расход сварочного флюса

$$M_{\text{ф}} = M_{\text{НМ}} \cdot K_{\text{Рф}} \text{ , кг}$$

Где,  $K_{\text{Рф}}$  – коэффициент расхода флюса , принять  $K_{\text{Рф}}= 1,4$

## **Практическая работа №3.**

### **Расчет режимов сварки под флюсом угловых швов.**

#### **Задание.**

Постановка задачи: по данным варианта рассчитать режимы сварки под флюсом углового шва.

Исходные данные:

№ варианта	Тип сварного соединения	Толщина свариваемых элементов	Катет шва	Род и полярность тока	Длина сварного шва, м
1	У7 (АФш)	15+15	$k_1=5$	Постоянный, прямой полярности	3
2	У5 (АФш)	10+10	$k=4$ $k_1=2$	Переменный	2
3	Т3 (АФш)	5+5	$k=3$ $k_1=2$	Постоянный, обратной полярности	4
4	Т7 (АФш)	12+12	$k_1=4$	Переменный	2

5	T8 (АФ)	16+16	----	Постоянный, обратной полярности	5
6	H2 (АФ)	20+20	к=6	Постоянный, прямой полярности	4
7	У7 (АФш)	8+8	4	Постоянный, прямой полярности	2
8	У5 (АФш)	5+5	к=3 к <sub>1</sub> =2	Постоянный, обратной полярности	4
9	T3 (АФш)	15+15	к=5 к <sub>1</sub> =2	Переменный	3
10	T7 (АФш)	8+8	к <sub>1</sub> =4	Переменный	5
11	T8 (АФ)	22+22	----	Постоянный, обратной полярности	2
12	H2 (АФ)	12+12	5	Постоянный, прямой полярности	4
13	У7 (АФш)	12+12	к <sub>1</sub> =5	Переменный	3
14	У5 (АФш)	14+14	к=5 к <sub>1</sub> =2	Постоянный, прямой полярности	5
15	T3 (АФш)	20+20	к=6 к <sub>1</sub> =9	Постоянный, обратной полярности	2

### Ход работы:

МЕТОДИКА РАСЧЕТОВ РЕЖИМОВ СВАРКИ ПОД ФЛЮСОМ УГЛОВЫХ ШВОВ.

#### 1. Определить площадь наплавленного металла ( $F_{НМ}$ )

-для углового шва без усиления

$$F_{НМ} = \frac{K^2}{2}, \text{ мм}^2$$

Где, K- катет шва, мм

-для углового шва с усилением

$$F_{НМ} = \frac{K^2}{2} + 1,05 \cdot K, \text{ мм}$$

#### 2. Определить геометрические параметры шва

-ширина шва (e)  $e = \sqrt{K^2 + K^2}, \text{ мм}$

-минимальная глубина проплавления ( $h_{\min}$ )  $h_{\min} = \frac{e}{2}, \text{ мм}$

-расчетная глубина проплавления ( $h_p$ )  $h_p = h_{\min} + (1 \div 2), \text{ мм}$

-коэффициент формы проплавления ( $\psi_{ПР}$ )  $\psi_{ПР} = \frac{e}{h_p}$

Расчетное значение коэффициента формы проплавления должно удовлетворять условию  $1 < \psi_{\text{ПР}} \leq 2$

3.Род и полярность тока – устанавливается по методике расчета режимов ручной дуговой сварки.

4.Определить диаметр электродной проволоки ( $d_э$ , мм)

-угловые швы с катетом 3÷4 мм получают проволокой  $d_э=2-3$  мм

-угловые швы с катетом 5 и более мм получают проволокой  $d_э=4-5$  мм

-проволоку  $d_э > 5$  для сварки угловых швов применять не следует.

5.Определить величину сварочного тока ( $I_{\text{СВ}}$ ) для принятого диаметра электродной проволоки

$$I_{\text{СВ}} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot i \quad , \text{ А}$$

Где,  $i$  – плотность тока, А/мм<sup>2</sup> зависит от диаметра проволоки (справочное данное) .

6.Определить напряжение на дуге ( $U_д$ )

$$U_д = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{\text{СВ}} \pm 1 \quad , \text{ В}$$

7.Определить коэффициент наплавки ( $\alpha_Н$ ) – определяется по методике расчета режимов сварки под флюсом однопроходных швов.

8.Определить скорость сварки ( $V_{\text{СВ}}$ )

$$V_{\text{СВ}} = \frac{\alpha_Н \cdot I_{\text{СВ}}}{F_{\text{НМ}} \cdot \rho \cdot 3600} \quad , \text{ см/сек}$$

Где,  $F_{\text{НМ}}$ - площадь наплавленного металла, см<sup>2</sup>

$\rho$ -плотность металла (для стали  $\rho=7,85$  г/см<sup>3</sup>)

9.Определить скорость подачи сварочной проволоки ( $V_{\text{ПП}}$ )

$$V_{\text{об}} = \frac{4 \cdot \alpha_Н \cdot I_{\text{СВ}}}{\pi \cdot d_э^2 \cdot \rho} \quad , \text{ м/ч}$$

10.Определить действительную глубину проплавления ( $h_г$ )

$$h_г = 0,076 \sqrt{\frac{Q_{\text{ЭФ}}}{V_{\text{СВ}} \cdot \psi_{\text{ПР}}}} \quad , \text{ мм}$$

где,  $Q_{ЭФ}$ - эффективная тепловая мощность, Вт

$$Q_{ЭФ} = I_{св} \cdot U_d \cdot K \cdot \eta, \text{ В}$$

$K$ - коэффициент несинусоидальности тока и напряжения:

-для постоянного тока  $K=1$

-для переменного тока  $K=0,7 \div 0,95$

$\eta$ - к.п.д. процесса сварки под флюсом,  $\eta=0,9 \div 0,95$

$V_{св}$ - скорость сварки, см/сек

Вывод: если в результате выполнения расчетов  $h_d > h_{min}$ , то режимы сварки определены верно. При  $h_d < h_{min}$  необходимо увеличить плотность тока ( $i$ ) и произвести расчет заново.

11.Расход сварочных материалов- выполняется по методике расчета режимов сварки под флюсом однопроходных стыковых швов.

#### Задание

Постановка задачи: по данным варианта рассчитать режимы автоматической сварки под флюсом многопроходных стыковых швов

Исходные данные:

№ варианта	Тип сварного соединения	Толщина свариваемых элементов, мм	Тип электрода для сварки корня шва	Род полярность сварочного тока	Длина сварного шва
1	C36 (АФф)	40+40	ОЗС-22Р	Постоянный, обратной полярной	3
2	C19 (АФo)	30+30	УОНИ-13/55У	Постоянный, прямой полярности	5
3	C18 (АФф)	24+24	ВФС-85	Переменный	2
4	C18 (АФм)	30+30	СМ-11	Постоянный, прямой полярности	4
5	C10 (АФo)	30+30	ОЗШ-1	Постоянный, обратной полярности	3
6	C9 (АФм)	24+24	УОНИ-13/45	Переменный	2
7	C32 (АФф)	45+45	ОЗС-22Р	Постоянный прямой полярности	4

8	С36 (АФф)	26+26	ЦУ-5	Переменный	5
9	С19 (АФo)	25+24	СК2-50	Постоянный, обратной полярности	2
10	С18 (АФф)	18+18	ОЗС-24	Постоянный, прямой полярности	2
11	С18(АФм)	25+25	ВФС-75У	Переменный	4
12	С10 (АФм)	22+22	ОЗС-18	Постоянный, прямой полярности	3
13	С9 (АФм)	16+16	ТМУ-214	Постоянный, обратной полярности	5
14	С32 (АФф)	38+38	УОНИ-13/55	Переменный	2
15	С18 (АФм)	20+20	ОЗС-25	Постоянный, прямой полярности	4

Методика расчета режимов сварки под флюсом многопроходных швов.

1. Определить площадь наплавленного металла ( $F_{НМ}$ )- сумма площадей элементарных фигур, образующих сечение сварного шва. Если  $F_{НМ}$  окажется больше  $100\text{мм}^2$ , то шов будет многопроходным. При сварке такого шва должен быть выполнен корневой проход.
2. Расчет режимов сварки корневого прохода.

2.1. Установить диаметр электрода ( $d_{ЭК}$ , мм).

Корень шва выполняют ручной дуговой сваркой электродами диаметром  $d_{ЭК} = 3\text{мм}$  с основным покрытием или аргонодуговой сваркой с присадочной проволокой

$d_{ЭК} = 3\text{мм}$ .

2.2. Установить род и полярность сварочного тока.

Так как корня шва выполняется электродами с основным покрытием, необходимо применять постоянный ток обратной полярности.

2.3. Определить величину сварочного ( $I_{СВК}$ )

$$I_{СВК} = \frac{\pi * d_{ЭК}^2}{4} * i, \text{ А}$$

Где,  $i$  – плотность тока,  $\text{А}/\text{мм}^2$

Устанавливается в зависимости от  $d_{ЭК}$  (справочное данное, устанавливается по нижнему пределу значения плотности для соответствующего диаметра).

2.4. Определить площадь наплавленного металла корневого прохода ( $F_{НМК}$ ).

$$F_{НМК} = (6 \div 8) * d_{ЭК}, \text{ мм}^2$$

2.5. Скорость сварки и напряжение на дуге

При ручной дуговой сварке корня шва не регламентируется.

### 3. Расчет режимов сварки последующих проходов

Последующие проходы выполняются автоматической сваркой под флюсом.

3.1. Определить диаметр электродной проволоки для сварки последующих проходов ( $d_{Эп}$ , мм)

Последующие проходы следует выполнять сварочной проволокой диаметром  $d_{Эп} = 4 \div 5$  мм.

3.2. Определить величину сварочного тока ( $I_{СВп}$ )

$$I_{СВп} = \frac{\pi * d_{Эп}^2}{4} * i, A$$

Где,  $i$  – плотность тока, А/мм<sup>2</sup>

Устанавливается в зависимости от  $d_{Эп}$  ( справочное данное, устанавливается по верхнему пределу значения плотности для заданного диаметра проволоки).

3.3. Установить род и полярность сварочного тока для сварки последующих проходов

Устанавливается по методике расчета режимов сварки под флюсом односторонних стыковых швов.

3.4. Вылет электродной проволоки ( $L_{Эп}$ )

При сварке последующих проходов

$$L_{Эп} = 15 * d_{Эп} \text{ мм}$$

3.5. Определить коэффициент наплавки при сварке последующих проходов ( $\alpha_n$ )

Определяется по методике расчета режимов сварки под флюсом односторонних стыковых швов.

3.6. Определить напряжение на дуге при сварке последующих проходов

$$U_{Дп} = 20 + \frac{50 * 10^{-3}}{\sqrt{d_{Эп}}} * I_{СВп} \pm 1, B$$

3.7. Определить скорость сварки последующих проходов ( $V_{св}$ )

$$V_{CBn} = \frac{P}{I_{CBn}}, \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

Где, P – коэффициент, зависящий от диаметра проволоки (Справочное данное).

3.8. Определить площадь наплавленного металла при выполнении одного последующего прохода ( $F_{HM1n}$ )

$$F_{HM1n} = \frac{\alpha_H * I_{CBn}}{V_{CB} * \rho}, \text{мм}^2$$

3.9. Определить количество последующих проходов (n)

$$n = \frac{F_{HM} - F_{HMk}}{F_{HMn}} + 1$$

3.10. Определить скорость подачи сварочной проволоки при сварке последующих проходов ( $V_{ППп}$ )

$$V_{ППп} = \frac{4 * \alpha_H * I_{CBn}}{\pi * d_{Эп}^2 * \rho}, \frac{\text{м}}{\text{ч}}$$

4. Определить расход сварочных материалов.

Расход сварочных материалов при сварке многопроходных швов включает в себя расчет расхода электродов для сварки корневого прохода (методика расчета режимов ручной дуговой сварки) и расчет расхода сварочной проволоки и флюса для последующих проходов (методика расчета режимов сварки под флюсом однопроходных стыковых швов).

При расчете расхода сварочных материалов необходимо учесть:

- Расчет расхода материалов для сварки корневого и последующих проходов следует выполнять отдельно
- При расчете расхода материалов для сварки последующих проходов необходимо учесть количество последующих проходов.

$$n_n = n - 1$$

Где,  $n_n$  – общее число проходов

Угловые швы без разделки кромок

$$1 < \Psi_{пр} = e/h_{пр} \leq 2$$

Проверка

$$h = 0.076 \sqrt{\frac{Q_{эф}}{V_{св} * \varphi_{пр}}}$$

Значения плотности тока  $I$  в зависимости от диаметра электродной проволоки

Диаметр электрода	5,0	4,0	3,0	2,0
Допустимая плотность тока А/мм	30-40	35-55	45-85	60-15

Вылет электрода

$$L_э = 15 d_э$$

Значения  $\Delta\alpha_H$  и  $\alpha_H$  аналогичны стыковым швам

Многопроходные швы ( $A_{н.м} \geq 100 \text{ м}^2$ )

Значения плотности тока ( $i$ ) аналогичны стыковым швам

Вылет электрода

$$L_э = 15 d_э$$

Значения  $\Delta\alpha_H$  и  $u\alpha_H$  аналогичны стыковым швам

$$P = I_{св} * U_{св}$$

Условие хорошего формирования шва

Значение коэффициента  $P$

Диаметр электрода	1,6	2,0	3,0	4,0	5,0
Коэффициент $P$ . А*м/час	$(5-8) * 10^3$	$(8 \div 12) * 10^3$	$(12 \div 16) * 10^3$	$(16 \div 20) * 10^3$	$(20 \div 25) * 10^3$

**Диапазоны режимов сварки в зависимости от диаметра сварочной проволоки и пространственного положения шва**

Диаметр сварочной проволоки, мм	Швы, выполненные в нижнем положении		Вертикальные и горизонтальные швы		Потолочные швы		Вылет электрода, мм	
	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге, В	Сварочный ток, А	Напряжение на дуге	Расход защитного газа, л/мин	
0,8	50-120	15-20	50-110	17-19	50-110	16-18	6-10	7-8
1	50-180	20-23	50-170	20-22	70-120	17-20	7-10	8-10
1,2	120-200	21-24	110-180	21-23	110-170	19-21	8-12	8-12
1,4	130-250	21-25	120-200	21-23	120-180	19-21	10-14	12-14
1,6	150-350	21-28	-	-	-	-	12-18	14-17
2	300-500	28-34	-	-	-	-	14-20	15-22

Зависимость диаметра проволоки от типа соединения и толщины металла.

Диаметр Проволоки, мм	Толщина металла, мм, для соединений		
	Тавровых, угловых, нахлесточных	Стыковых без скоса кромки	Стыковых со скосом кромки
0,8	1	1	-
1	1,5-2,5	1,5-2	-
1-1,2	3	2,5-3	-
1,2-1,4	4	4-5	-
1,4-1,6	5	6	5-6
1,6-2	6-8	8	8-12
2-2,5	10 и более	10	14 и более

Зависимость диаметра проволоки от толщины свариваемого металла и положения шва в пространстве

Диаметр проволоки, мм	Толщина металла, мм	Положение шва в пространстве
0,8-1,2	До 3	Нижнее горизонтальное, вертикальное, потолочное
1,2-1,4	3-10	
1,6-2	Свыше 10	Нижнее

Зависимость числа проходов от толщины металла и типа сварного шва

Тип сварного шва	Число проходов в зависимости от толщины										
	1-2	3	4	6	8	10	12	14	18	20	24
Стыковой	1	2	2	2	2	2	2	2	3	4	5
Угловой	1	1	2	2	2	2	-	-	-	-	-



## Практическая работа №4 «Выбор сварочного оборудования для конструкции»

**Цель:** научиться выбирать сварочное оборудование в зависимости от расчётов режима сварки.

### Ход работы

1. Выбрать сварочное оборудование.
2. Обосновать свой выбор.
3. Оформить характеристики оборудования в виде таблицы.
4. Дать краткую характеристику оборудованию.

### ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выбор сварочного оборудования производится в соответствии с принятыми способами сварки и с учётом обеспечения заданных режимов сварки.

В записке должно быть приведено описание выбранного оборудования, его назначения, модель, основные узлы и технические данные.

Так как наиболее широкое применение по сравнению с другими видами имеет дуговая сварка в данных методических указаниях рассматривается выбор сварочного оборудования универсального, общего назначения, характеризующего широкой номенклатурой и серийно изготавливаемого промышленностью.

В таблице приведены алгоритм выбора источников сварочного тока, таблице – полуавтоматов, таблице – автоматов.

### АЛГОРИТМ ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ СВАРОЧНОГО ТОКА.

Факторы, определяющие выбор			Источники сварочного тока
Приоритетность	Наименование	Уровень	
1	2	3	4
1	Окружающая среда	1. Атмосфера 2. Вода	Группы по названию
2	Вид обработки	1. Сварка 2. Резка 3. Переплавка	Группы по видам обработки
3	Способ сварки	1. Дуговая 2. Электрошлаковая 3. Электронно-лучевая 4. Лазерная	Группы по способам сварки
4	Климатические и метеорологические условия	1. Закрытый цех 2. Открытый цех 3. Монтажная площадка 4. Поле (трасса)	Категории по климатическому исполнению
5	Первичный источник энергии	1. Электрическая сеть	1. Трансформаторы 2. Выпрямители 3. Преобразователи
		2. Горючее топливо	Агрегаты
6	Опасность поражения электрическим током	1. Без повышенной опасности 2. Повышенная опасность	Без понижения напряжения холостого хода
		3. Особо опасные условия	С понижением напряжения холостого хода
7	Тип производства	1. Единичное	Универсальное

		2. Серийное	1. Универсальные 2. Специальные
		3. Массовое	1. Специальные 2. Универсальные
8	Габаритные размеры масса и сложность конфигурации изделия	1. Транспортабельное 2. Простое	1. Стационарное 2. Передвижное
		1. Нетранспортабельное 2. Сложное	1. Персональные 2. Передвижные
9	Загрузка оборудования (характер работ)	1. Высокая (основные работы)	ПН = 100%
		2. Средняя (основные, вспомогательные работы)	ПН = 60%
		3. Низкая (вспомогательные, ремонтные работы)	ПН = 20%
10	Количество постов на участке, сосредоточенность расположения	1. Менее 7 – 9 2. Рассредоточенное	Однопостовое
		1. Более 7 – 9 2. Сосредоточенное	1. Однопостовые 2. Многопостовые
11	Способ сварки	1. Ручная дуговая 2. Аргодуговая, ручная	Крутопадающая Вольтамперная характеристика
		1. Дуговая в защитных газах плавящимся электродом 2. Электрошлаковая 3. Дуговая под флюсом	Полагающая или жёсткая вольтамперная характеристика Возрастающая
12	Группа материалов	Сварочные материалы	Род тока источника
13	Режим сварки	Диапазон сварочного тока	Марка по номинальному току: 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 1000, 1250, 1600, 2000, 3000, 5000, 10000

### АЛГОРИТМ ВЫБОРА ПОЛУАВТОМАТОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Факторы, определяющие выбор			Полуавтомат
Приоритетность	Наименование	Уровень	
1	2	3	4
1	Окружающая среда	1. Атмосфера 2. Вода	Группа по назначению
2	Климатические и метеорологические условия	1. Закрытый цех 2. Открытый цех 3. Монтажная площадка 4. Трасса (поле)	Категории по климатическому исполнению
3	Габаритные изделия и масса изделия	1. Транспортабельное	1. Стационарный 2. Передвижной
		2. Нетранспортабельное	1. Переносной 2. Передвижной
4	Радиус рабочей зоны сварочной установки	1. 10 м (не более)	Универсальный
		2. 50 м (не более)	Специальный
5	Взаимное положение полуавтомата и изделия	1. Вне изделия	Без местного отсоса
		2. Внутри изделия	С местным отсосом

6	Тип производства	1. Единичное	Универсальный
		2. Серийное	1. Универсальный 2. Специальный
		3. Массовое	1. Специальный 2. Универсальный
7	Необходимость сварки на различных режимах без прерывания процесса	1. Нет 2. Есть	Однорежимный Двухрежимный
8	Непрерывность швов	1. Непрерывные	Режимы работы непрерывный
		2. Прерывистые (точками, участками)	Прерывистый
9	Вид защиты зоны сварки	1. Без защиты 2. Газ 3. Флюс 4. Без защиты; газ и флюс	Группы и марки по виду защиты
10	Группа свариваемости металла (сварочной проволоки)	1. – сплавы 2. – сплавы	Группа по назначению
11	Состав и диаметр электродной проволоки	1. Жёсткая (толстая; твёрдая)	Механизм подачи: толкающий
		2. Нежёсткая (тонкая; мягкая)	Тянушей тянуще-толкающий
12	Сплошность сечения (конструкция) проволоки	Сплошная	Марка по конструкции проволоки
		Сплошная и несплошная (порошковая)	
		Несплошная	
13	Род тока	1. Постоянный 2. Импульсный 3. Переменный	Марка по роду тока
14	Режим сварки	Диаметр проволоки: 1. 0,3    0,7 2. 0,8    1,4 3. 1,6    3,0	Марка по диапазону диаметров проволоки
15	Режим сварки	Диапазон сварочных токов	Марка по номинальному току: 125, 160, 200, 315, 500, 630

### АЛГОРИТМ ВЫБОРА АВТОМАТОВ ДЛЯ ДУГОВОЙ СВАРКИ

Факторы, определяющие выбор			Автомат
Приоритетность	Наименование	Уровень	
1	2	3	4
1	Окружающая среда	1. Атмосфера 2. Вода 3. Космос	Группы по назначению
2	Климатические и метеорологические условия	1. Закрытый цех 2. Открытый цех 3. Монтажная площадка 4. Трасса (поле)	Категории по климатическому исполнению
3	Габаритные	1. Транспортабельное	1. Стационарный

	изделия и масса изделия		2. Передвижной
		2. Нетранспортабельное	1. Переносной 2. Передвижной
4	Возможность перемещения изделия относительно автомата	Имеется	1. Подвесной 2. Самоходный
		Не имеется	1. Самоходный
5	Тип производства	1. Единичное	Универсальный
		2. Серийное	1. Универсальный 2. Специальный
		3. Массовое	1. Специальный 2. Универсальный
6	Физическое состояние электрода	1. Неплавящийся 2. Плавящийся	Группы по виду электрода
7	Вид защиты зоны сварки	1. Без защиты 2. Газ 3. Флюс	Группы по виду защиты
8	Химическая активность свариваемого металла	1. Низкая (Fe, Ni, Cu)	Форма защиты местная (струйная)
		2. Средняя (Al, Mg, Ti)	1. Местная 2. Общая
		3. Высокая (Be, V, Nb, Ta, Cz, Mo, W)	Общая (камера)
9	Диаметр электродной проволоки ( $d_{э.п.}$ ), плотность сварочного тока ( $I_c$ )	$d_{э.п.} \leq 3$ мм высокая	Саморегулирование
		$d_{э.п.} > 3$ мм низкая	1. Авторегулирование 2. Саморегулирование
10	Стабильность формы и размеров подготовки кромок; конфигурация соединений	1. Низкая 2. Криволинейные соединения	С автоматическим слежением
		1. Высокая 2. Прямолинейные, круговые, спиральные соединения	1. Без автоматического слежения 2. С автоматическим слежением
11	Частота переналадки режима сварки	1. Редко	Регулировка перемещений 1. Ступенчатая 2. Плавная
		2. Часто	1. Плавная 2. Ступенчатая
12	Род тока	1. Постоянный 2. Переменный 3. Импульсный	Марка по роду тока
13	Режим сварки (скорость сварки)	1. $V_c < 60 \dots 80$ м/ч 2. $V_c = 80 \dots 160$ м/ч 3. $V_c = 160 \dots 240$ м/ч	Однодуговой Двудуговой Трехдуговой
14	Режим сварки (сварочный ток)	Диапазон сварочных токов	Марка по номинальному току 315, 500, 630, 1000, 1250, 1600, 2000

### **Контрольные вопросы.**

1. По каким критериям производится выбор сварочного оборудования.
2. Расшифровать маркировку сварочного оборудования.
3. Для каких источников питания вольт-амперная характеристика будет крутопадающей, пологопадающей?
4. Для чего применяется регулировка перемещений в автоматах для дуговой сварки?

## **Практическая работа №5** **«Назначение местной термической обработки для сварного узла»**

**Цель:** изучить назначение термической обработки

### **Ход работы**

1. Изучить материал по теме.
2. В зависимости от химических свойств стали, толщины металла и от размеров конструкции, назначить вид термообработки и определить параметры.
3. Дать описание выбранному виду термообработки (таблица, рисунок)
4. Записать параметры режима термообработки.

### Выбор видов и параметров режима термической обработки сварных конструкций

Низкоуглеродистые стали хорошо свариваются всеми способами сварки плавлением. В тех случаях, когда сварная конструкция имеет большую жёсткость, или она изготовлена из толстолистного металла, назначают термическую обработку для снятия сварочных напряжений. Как правило, это нормализация при температуре 900...940°С или высокий отпуск при температуре 650...700°С.

Среднеуглеродистые стали при сварке имеют низкую стойкость металла шва против трещин и склонны к образованию закалочных структур в шве околосшовной зоне. Для сварки такого рода сталей применяют предварительный общий подогрев изделия до температуры 250...300°С. после сварки обычно производят закалку и высокий отпуск стали для выравнивания свойств и снятия сварочных напряжений. В зависимости от размеров сварочной конструкции и наличия оборудования для термической обработки сварные соединения из среднелегированных сталей могут, как подвергаться, так и не подвергаться термической обработке.

После термической обработки (закалка + высокий отпуск) сварные соединения становятся равноценными основному металлу по всем физико-химическим свойствам, при условии одинаковости химического состава металла шва и основного металла. В ряде случаев механические свойства шва выше, чем у основного металла из-за благоприятной первичной кристаллизации и большой химической однородности металла шва.

Грубозернистая структура участка перегрева околошовной зоны полностью ликвидируется после термической обработки.

Иногда для повышения механических свойств и снятия сварочных напряжений применяют высокий отпуск (нагрев до 600...650°C) или низкий отпуск (200...300°C). Высокий отпуск для таких сталей более эффективен, так как обеспечивает полное снятие сварочных напряжений и частично устраняет закалку металла шва и околошовной зоны. При этом прочность немного понижается, пластичность, и ударная вязкость существенно возрастает. Однако высокий отпуск не обеспечивает перекристаллизации металла и не может полностью устранить структуру закалки.

Низкоуглеродистые хромистые ферритные и мартенситные стали толщиной до 10 мм можно сваривать без предварительного подогрева, не опасаясь появления холодных трещин. Если сварку проводят электродами из хромистой мартенситной или ферритно-мартенситной стали, то сразу же после сварки, во избежание появления холодных трещин и для повышения пластичности сварного соединения, необходимо провести отпуск при температуре 700...750°C. При сварке аустенитными электродами отпуск может проводиться не сразу после сварки.

низкоуглеродистые хромистые стали толщиной свыше 10 мм желательно сваривать с предварительным подогревом до 150...180°C.

Высокоуглеродистые хромистые стали необходимо сваривать с подогревом независимо от толщины изделия.

В зависимости от размеров сварной конструкции и наличия оборудования для термической обработки сварные соединения из среднелегированных сталей могут как подвергаться, так и не подвергаться термической обработке.

В случае проведения закалки с высоким отпуском сварные соединения становятся равноценными основному металлу по всем физико-химическим свойствам, при условии одинаковости химического состава металла шва и основного металла. В ряде случаев механические свойства шва выше, чем у основного металла из-за благоприятной первичной кристаллизации и большой химической однородности металла шва.

Иногда для повышения механических свойств и снятия сварочных напряжений в сварных соединениях из среднелегированных сталей применяют высокий (600...650°C) или низкий (200...300°C) отпуск.

Высокий отпуск более эффективен, так как обеспечивает полное снятие сварочных напряжений и частично устраняет закалку металла шва и околошовной зоны. При этом прочность немного снижается, пластичность и ударная вязкость существенно возрастает. Однако высокий отпуск не обеспечивает перекристаллизации металла и не может полностью устранить структуру заковки. Поэтому при сварке нужно применять меры по измельчению структуры металла шва.

При сварке хромистых жаропрочных сталей, склонных к резкой закалке, возможно образование холодных трещин в шве и

Режим предварительного подогрева сталей перед сваркой

Сталь	Температура подогрева, °С
Низкоуглеродистая	120...150 (при многослойной сварке)
Среднеуглеродистая	150...300
Высокоуглеродистая	300...450
Низколегированная	200...250
Легированная конструкция	До 400
Теплоустойчивая	250...400
Жаропрочная аустенитенитная	Без подогрева

околошовной зоне. Поэтому при сварке сталей такой группы обязательным условием является предварительный и сопутствующий подогрев металла до температуры не менее 250...300°С с последующим отпуском после сварки.

Если сварное соединения из жаропрочной стали выполняют электрошлаковой сварки, то предварительный подогрев металла не обязателен, но необходимо незамедлительная термообработка сварного соединения.

Таблица 3.2. Виды и режимы термообработки сталей после сварки

Сталь	Виды и режимы термообработки
Углеродистая	Отпуск при температуре 650...670°С, иногда нормализация при температуре 920...940°С с последующим отпуском
Низколегированная	Отпуск при температуре 670...700°С
Легированная конструкция	Отпуск или закалка в зависимости от требований к сварной конструкции
Теплоустойчивая	Отпуск при температуре 720...740°С при толщине до 10 мм и при

	температуре 700...730°С при толщине свыше 10 мм
Жаропрочная мартенситного или ферритного классов	Отпуск при температуре 700...800°С

Режимы предварительного подогрева сталей перед сваркой приведены в табл. 3.1. рекомендуемые виды и режимы термообработки сварных соединений из сталей после сварки приведены в табл.3.2.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие параметры выбирают при проведении термической обработки металлов?
2. Какие нагревательные устройства применяют при термической обработке металлов?
3. Какие устройства применяют для измерения температуры при термической обработке металлов?
4. С какой целью производят предварительный подогрев деталей перед сваркой?

## **Практическая работа №6**

### **«Составление технических условий на узел, конструкцию»**

**Цель:** научиться составлять технические условия на узел, конструкцию.

#### **Ход работы**

1. Составить технические условия на основной материал.
2. Составить технические условия на сварочный материал.
3. Составить технические условия на изделие.

#### **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ТУ НА ИЗДЕЛИЕ ОСНОВНОЙ И СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.**

Разработке технологического процесса предшествует подробное изучение объекта, подлежащего сборке и сварке, в результате чего устанавливаются основные узлы, на которые расчленяется изделие; операции технологического процесса заготовки, сборки, сварки; способы, время и место контроля качества. При этом же намечаются способы сварки и виды сварки отдельных узлов и изделия в целом. В частности, при изготовлении корпуса подогревателя планируется применение разметки, наметки, механической и газовой резки, вальцовки и др.

Сборку некоторых узлов изделия следует производить на специальных приспособлениях, универсальных установках, при закреплении деталей в процессе сборки прихватками.

Основные узлы намечается выполнять автоматической сваркой под флюсом, а часть узлов, как, например, патрубок, опорные лапы и некоторые другие, - в среде углекислого газа. Руководствуясь этим исходным положением, устанавливаем ТУ на изготовление, требования к оборудованию и другие данные технологического процесса производства сварного корпуса подогревателя. При этом следует установить ТУ на изделие, основной материал, сварочную проволоку, электроды, флюс и защитные газы, применяемые для изготовления проектируемого изделия.

#### **Технические условия на изделие**

Технические условия на изделие следует составлять, руководствуясь требованиями к изделию руководящих материалов Гостехнадзора {5}, Регистра СССР {6}, проектирующей организации, завода-изготовителя, и других руководящих материалов.

#### **Технические условия на основной материал**

Основной материал, применяемый для изготовления металлических конструкций, подбирается в соответствии с требованиями чертежа, ГОСТов и ТУ.

Качество и характеристики основного материала должны подтверждаться сертификатами. При отсутствии сертификата на материалы следует провести испытания, предусмотренные ГОСТами или ТУ на поставку материала.

#### **Технические условия на электроды**

Все электроды, применяемые для ручной сварки, должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- 1) обеспечивать получение наплавленного металла требуемого химического состава и механических свойств;
- 2) обеспечивать получение швов, стойких против горячих трещин, не склонных к холодным трещинам, плотных и беспористых;
- 3) обеспечивать хорошие технологические свойства;
- 4) обеспечивать высокую производительность сварки;
- 5) не содержать по возможности в составе покрытия дорогостоящих дефицитных материалов;
- 6) не оказывать вредного влияния на рабочих.

Исходя из этих требований, следует выбирать электроды для сварки с указанием ГОСТа, класса, типа, марки, а также состав основных материалов шихты электродных покрытий с указанием функций, выполняемых этих составляющих.

#### **Технические условия на сварочную проволоку**

Электродная проволока при автоматической и полуавтоматической сварке и сварке в среде защитных газов является одним из основных элементов, определяющих качество сварного соединения. Поэтому её выбирают в соответствии с химическим составом свариваемого материала, флюсами или видами защитного газа так, чтобы механические свойства наплавленного металла были не менее нижнего предела механических свойств свариваемого металла и имели наименьшую склонность к горячим трещинам. Ввиду этого сварочная проволока должна содержать минимальное количество серы и углерода, а для обеспечения требуемых механических свойств проволока может иметь дополнительные легирующие элементы. Также следует учитывать марку применяемого флюса.

#### **Технические условия на флюс**

При выборе флюса необходимо иметь в виду, что флюс является одним из важнейших элементов для осуществления процесса сварки, определяющим вместе с проволокой и режима сварки качество металла шва. Основные требования, предъявляемые к флюсам, следующие.

1. Обеспечение устойчивости процесса сварки.
2. Обеспечения отсутствия трещин и пор в металле шва.
3. Обеспечение требуемых механических свойств металла шва.
4. Обеспечение хорошего формирования шва и легкой отделяемости шлака.
5. Минимальное выделение вредных газов при сварке.
6. Низкая стоимость и возможность массового промышленного изготовления.

Выбранный флюс должен соответствовать требованиям ГОСТа и ТУ на данную марку. Кроме того, следует кратко привести назначение и функции, выполняемые основными компонентами, входящими в состав флюса.

#### **Технические условия на защитные газы**

Сварка в среде защитных газов в современной технике находит самое широкое применение и является одним из наиболее эффективных и высокопроизводительных методов.

Основными преимуществами сварки в защитных газах являются:

- 1) отсутствие флюсов и обмазок, а следовательно, и последующей необходимости очистки от шлаков;
- 2) высокая производительность процесса;
- 3) низкая стоимость при использовании  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , и паров  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- 4) возможность сварки разнообразных металлов и сплавов толщиной от десятых долей до десятков миллиметров;
- 5) возможность наблюдения за открытой дугой, что облегчает управление процессом сварки;
- 6) широкие возможности механизации и автоматизации процесса.

В качестве защитной среды применяются как инертные газы ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ , и паров  $\text{H}_2\text{O}$ ), а также смеси инертных газов с активными ( $\text{Ar} - \text{O}_2$ ;  $\text{Ar} - \text{N}_2$ ;  $\text{Ar} - \text{CO}_2$ ).

Применяемый газ сварки изделия должен соответствовать ГОСТу или ТУ. Следует кратко описать его получение, физические и химические свойства и нормы обеспечения безопасных условий работы при сварке.

Исходя из вышеизложенных методических указаний по техническим условиям на изделия, основные и вспомогательные материалы, рассмотрим их применительно к изготовителю корпуса подготовителя высокого давления.



Структурная схема разработки технических условий

## Практическая работа №7

### «Заполнение маршрутных, операционных, маршрутно-операционных карт (по заданию)»

**Цель:** научиться заполнять маршрутные, операционные и маршрутно-операционные карты

#### Ход работы

1. Изучить заполнение маршрутных, операционных и маршрутно-операционных карт.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Заполнить маршрутные, операционные и маршрутно-операционные карты в соответствии с заданием

#### Маршрутная карта

Форма применяется для наглядного изображения маршрута движения при обходе и учета трудоемкости работ, связанной с измерением электропотенциалов на электрозащитных установках, контрольно-измерительных пунктах.

Маршрутная карта заполняется и составляется на основании исполнительного плана с указанием номеров контрольно-измерительных пунктов.

Маршрутная карта составляется в двух экземплярах. Первый экземпляр является контрольным и хранится в соответствующей службе.

Второй — выдается под расписку монтеру по защите трубопроводов от коррозии для каждого случая выполнения работ.

Примечание. Номер, адрес и вид пункта измерения указывается на схеме газопровода.

Чертежи, *операционные карты*, рабочие наряды должны лежать так, чтобы ими было удобно пользоваться.

Разрабатываются также *операционные карты технологического процесса холодной штамповки*.

При наличии *операционных карт* эта операция на разметочном месте не выполняется.

В пределах *операционных карт* проводится выявление процедур, являющихся стандартными при выполнении различных работ и операций. Стандартные процедуры обеспечиваются инструкциями по их выполнению в виде библиотеки инструкций.

При заполнении *операционных карт* следует руководствоваться соображениями, изложенными в приведенной ниже инструкции по заполнению операционных карт.

При отсутствии *операционных карт* в первой из названных граф даются операции и переходы. Слева указывается номер поставщика детали или номер цеха, в котором выполняется операция. Нормировочные данные начинаются с факторов трудоемкости выполнения операции. К ним

относятся диаметр, длина монтируемого жгута, число разъемов, сведения об условиях монтажа.

Существуют другого типа *операционные карты*, где имеется расчет нормы времени по переходам.

Для облегчения чтения *операционных карт* возле эскиза детали обычно изображают эскизы режущих инструментов, которыми выполняется данная операция. Возле эскизов инструментов ставятся номера, соответствующие номерам переходов.

Ниже приводится несколько *операционных карт* на операцию разметки различных деталей. Порядок заполнения карты понятен из приводимых примеров и дополнительных пояснений не требует. Если разметке подлежит большая партия одинаковых деталей, *операционные карты* сопровождаются упрощенными эскизами установки детали при разметке.

К специализированным документам относятся *операционные карты* и карты технологических процессов определенных видов работ.

Для автоматизированных сборочных операций *операционные карты* представляют собой особый вид карт настройки, в которых приводятся все сведения, необходимые настройщику при наладке сборочного автомата.

К специализированным документам относятся *операционные карты* и карты технологических процессов определенных видов работ.

По окончании описанной работы *черновые операционные карты* просматривает начальник технологического бюро и затем их копируют на кальку. При этом исключаются тот специальный инструмент, который может быть заменен универсальным, и те приспособления, которые могут быть заменены универсальными или же существующими.

Решающее значение для разработки *операционных карт* имеет объем, стабильность и регулярность выпуска изделий. Для установившегося серийного и массового производства характерно применение *операционных карт*. Не исключена возможность разработки *операционных технологических карт* и по конструкторской документации, имеющей литеру А, однако при условии полной уверенности, что эта документация не будет претерпевать изменений, влияющих на технологический процесс.

Чтобы установленный технологический процесс механической обработки был осуществлен на рабочем месте, на каждую операцию составляют *операционную карту*. *Операционная карта* должна содержать следующие данные:

- 1) название и эскиз детали, номер чертежа, наименование и тип изделия;
- 2) материал заготовки, количество деталей на изделие;
- 3) размер заготовки;
- 4) цех, номер станка, номер операции;
- 5) последовательность установок и переходов, которые нужно произвести, чтобы выполнить данную операцию;
- 6) необходимые режущие инструменты и приспособления, при помощи

которых эти переходы должны быть выполнены, а также контрольные и измерительные инструменты;

7) скорость резания, число оборотов фрезы в минуту, подачу на один зуб, глубину резания, т. е. режимы резания;

8) норму времени и разряд работы.

Наличие операционной карты на рабочем месте является в настоящее время непреложным законом производства, так как это позволяет рабочему правильно использовать станок и режущий инструмент, избежать брака, а главное — увеличить производительность труда.

Рабочий, получив задание по фрезерованию, одновременно с операционной картой получает рабочий наряд.

До начала работы рабочий должен ознакомиться с этими документами и ясно представить себе весь ход обработки по данной операции.

### **Форма операционной карты**

На стр. 204—205 дана заполненная операционная карта на первую операцию фрезерования контурного шаблона (см. рис. 161) при обработке в две операции согласно схеме рис. 171.

Инструментальный завод		Операционная карта № 00293		№ чертежа детали 3-26									
Технический отдел		Наименование изделия	Шаблон		№ операции								
		Наименование детали	Контурный шаблон										
		Наименование операции			№ операции								
		Фрезеровать наружный контур			1								
		Входит в сборку: Шаблон			Количество деталей на изделие   2								
		Материал			Норма времени								
		Наименование	Размер										
Заготовка — сталь 50	210 × 260 × 12 мм		16 мин										
Оборудование	Профессия рабочего		Разряд										
Вертикально-фрезерный станок 6М12П	Фрезеровщик		1-й										
				Наименование следующей операции									
				Фрезеровать круговые пазы									
№ установки	№ перехода	Наименование установок, переходов	Схемы переходов	Приспособления	Инструмент		Режимы работы						
					режущий	измерительный	глубина резания t в мм	подача z в мм/мин	скорость резания v в м/мин	число оборотов фрезы в мин.	число проходов	число одновременно обрабатываемых заготовок	
A	—	Установить заготовку отверстием Ø 30 мм на фиксатор круглого стола и закрепить к столу двумя болтами		Поворотный круглый стол									
A	1	Фрезеровать прямолинейный участок наружного контура с одной стороны по разметке		То же	Фреза концевая Ø 32 мм из быстрорежущей стали P18	Штангенциркуль	5	125	31,5	315	1	1	
	2	Фрезеровать криволинейный участок наружного контура с одной стороны по разметке		•	То же	То же	2,5	197	31,5	315	4	1	
	3	Фрезеровать прямолинейный участок наружного контура с другой стороны по разметке		•	•	•	5	125	31,5	315	1	1	
	4	Фрезеровать криволинейный участок наружного контура с другой стороны по разметке		•	•	•	2,5	197	31,5	315	4	1	
Технические требования							Изменения						
Составил		Проверил		№ п/п		подпись		№ п/п		подпись			
				Нач. Т. О.		Представитель цеха							

В графе «Наименование установок и переходов» последовательно изложены одна установка и четыре перехода и приведены эскизы переходов согласно схеме рис. 171. В графу «Режимы работы» внесены скорость резания, подача, глубина резания и число проходов согласно рассмотренному примеру обработки шаблона. В остальных графах операционной карты приводятся необходимые сведения, касающиеся материала и размера заготовки, оборудования, приспособлений, режущего и измерительного инструмента, квалификации фрезеровщика и т. д.

Заполните самостоятельно, пользуясь этой формой операционной карты, карту второй операции фрезерования шаблона по схеме рис. 171

## Практическая работа №8 «Нормирование сборочно-сварочных операций узла, конструкции»

**Цель:** научиться производить расчёт норм времени сборочно-сварочных операций.

### Ход работы

1. Рассчитать норму времени для автоматической и полуавтоматической сварки.
2. Рассчитать норму времени для ручной аргоно-дуговой сварки.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### НОРМИРОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ АРГОНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ

#### I.Подготовительно-заключительное время

Подготовительно-заключительное время в условиях единичного и мелкосерийного производства устанавливается на партию. Оно включает затраты времени на получение задания и сварочного материала, ознакомление с работой, получение и сдачу инструмента и приспособлений, подготовку оборудования и приспособлений к работе, настройку автомата и полуавтомата к работе на заданный режим, установление и опробование режимов сварки, сдачу работы.

Нормы подготовительно-заключительного времени устанавливаются на основе фотографий рабочего дня сварщика. Величина подготовительно-заключительного времени приводится в таблице 1.

В условиях массового и крупносерийного производства подготовительно-заключительное время устанавливается в процентах к оперативному времени и составляет 2-3% нормы оперативного времени.

Таблица 1 Подготовительно-заключительное время

Содержание работы	Вид сварки	Сложность работы		
		Простая	Средней сложности	Сложная
		Время на задание, мин.		
Получение производственного задания, указаний и инструктажа, получение электродов, проволоки	Автоматич. И полуавтоматич.	4,0	6,0	---
Ознакомление с работой	Автоматич. И	3,0	5,0	---

	полуавтоматич			
Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	Автоматич. И полуавтоматич	4,0	4,0	---
Установка силы сварочного тока и настройка автомата или полуавтомата на заданный режим с опробованием режима на планках	Автоматич.	8,5	8,5	---
	полуавтоматич	7,0	7,0	---
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	Автоматич. И полуавтоматич.	---	5,0	---
Сдача работы	Автоматич. И полуавтоматич.	2,0	3,0	---

### Характеристика работы

Простой считается сварка не сложных изделий, не требующих технологической документации, подготовки приспособлений и инструктажа мастера.

Средней сложности считается сварка изделий, имеющих несколько швов в различных положениях, требующих изучения технологической документации, подготовки приспособлений и инструктажа мастера.

Сложной считается сварка ответственных сложных изделий, требующих тщательного изучения технологической документации и чертежей, подготовки приспособлений, проведения мероприятий, связанных с уменьшением остаточных деформаций и внутренних напряжений в свариваемых изделиях, а также дополнительного инструктажа рабочего мастером в процессе работы.

### II. Основное время

Основное время при автоматической и полуавтоматической аргоно-дуговой сварке – это время горения дуги и плавления электродной или присадочной проволоки.

Основное время на L пог. м. рассчитывается по формуле:

$$T_o = 60 \left( \frac{1}{V_{CB1}} + \frac{1}{V_{CB2}} + \dots + \frac{1}{V_{CBn}} \right)$$

где  $V_{CB1} \dots V_{CBn}$  - скорость сварки соответствующих проходов (м/ час)

При условии, если скорость сварки для всех слоёв шва постоянная, то

$$T_0 = \frac{60}{V_{CB}} \cdot n$$

где  $n$  – количество проходов.

Число проходов (слоёв) для автоматической и полуавтоматической сварки приведено по данным руководящих технологических материалов, а также устанавливается исходя из оптимальных значений силы тока и скорости сварки по разным толщинам обеспечивающих качество шва и хорошее его формирование.

### РЕЖИМЫ АВТОМАТИЧЕСКОЙ АРГОНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ БЛОКОВ ТРУБОПРОВОДОВ

приведены в таблице 2.

Размеры труб	Количество проходов	Скорость сварки м/час
108x12	5	20-25
133x14	6	20-25
220x8	4	20-25
219x12	6	20/25
273x11	5	20-25
325x12	6	12-18
325x16	8	12-18

### III. Вспомогательное время

Вспомогательное время при автоматической и полуавтоматической сварке складывается из:

- а). Времени, зависящего от длины шва.
- б). Времени, зависящего от изделия и типа оборудования.

Вспомогательное время, зависящее от длины шва, включает затраты времени на следующие операции:

- а). Зачистка и обезжиривание перед сваркой свариваемых кромок включается в состав нормы времени, при условии выполнения данной работы сварщиком

- б). Зачистка шва от шлака и окисной плёнки после выполнения каждого прохода.
- в). Проверка правильности установки головки автомата по центру шва с прокаткой вхолостую.
- г). Откатка автомата на исходное положение (при многопроходной сварке).
- д). Смена кассеты с электродной проволокой.
- е). Откусывание огарков проволоки и удаление остатка проволоки из мундштука головки автомата и полуавтомата, подача проволоки в мундштук головки.
- ж). Осмотр и промер шва.

Таблица 3. Вспомогательное время, зависящее от длины шва

Элементы работ	Вид сварки	
	Автоматическая	Полуавтоматическая
Проверка правильности установки головки автомата по центру шва с прокаткой автомата вхолостую	0,2	—
Откатка автомата в исходное положение	0,2	—
Подготовка автомата и выполнение вспомогательных операций во время сварки	0,6	—
Удаление остатка проволоки из головки автомата и полуавтомата, смена кассеты. Подача проволоки в мундштук головки	0,1	0,1
Переходы сварщика после каждого подхода к началу шва	—	0,15
Откусывание огарков проволоки	0,1	0,1
Выполнение вспомогательных операций во время сварки	—	0,35
Осмотр и промер шва	0,2	0,2

Таблица 4. Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла при автоматической и полуавтоматической сварки

Толщина металла, мм до	Зачистка пневмоинструментом	Зачистка зубилом, стальной щеткой
5	0,40	0,7
8	0,50	0,8
12	0,55	0,9
18	0,66	1,1
Св.18	0,78	1,3

Таблица 5. Зачистка шва от окисной пленки после выполнения каждого перехода

Типы швов	Зачистка пневмоинструментом		Зачистка стальной щеткой	
	Легированных сталей	Цветных металлов	Легированных сталей	Цветных металлов
Однопроходные и завершающий проход многопроходной сварки	0,3	0,2	0,4	0,3
Многопроходные первый и последующие проходы	1,0	0,6	1,4	0,8

Вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования охватывает следующие элементы рабочего времени:

Установку свариваемого изделия на стеллаж, стенд, роlikоопору, в приспособление, поворот и уборку изделия после сварки, переход электросварщика, подготовку, установку и регулировку оборудования и приспособлений для работы, включение и отключение оборудования и приспособлений в процессе работы.

Примерные нормы времени, связанного с изделием и работой оборудования даны в таблицах 6, 7.

Таблица 6. Вспомогательное время, зависящее от изделия и работы оборудования при автоматической и полуавтоматической аргоно-дуговой сварки

Вес изделия	Установка			Поворот			Снятие и транспортировка					
	Время на одно изделие, мин.											
5	0,3			0,1			0,1					
10	0,5			0,15			0,2					
20	0,8			0,20			0,4					
30	1,5			0,25			0,6					
(краном)												
Вес изделия	Установка и поворот						Снятие и транспортировка					
	Длина изделия, м. до											
	2	4	6	8	10	Св. 10	2	4	6	8	10	Св. 10
100	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,2	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7
200	1,8	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	1,2	1,4	1,6	1,8	1,9	2,0
300	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	1,3	1,6	1,8	2,0	2,1	2,2
500	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	1,5	1,7	2,0	2,1	2,2	2,4
800	2,1	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9	1,6	1,9	2,1	2,3	2,4	2,6
1000	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,3	1,3	2,1	2,4	2,7	2,9	3,0
3000	-	4,0	4,2	4,5	4,9	5,0	2,9	3,2	3,5	3,6	3,7	3,9
5000	-	-	5,6	6,0	6,2	6,4	-	-	4,7	5,0	5,2	5,4
10000	-	-	-	7,0	7,2	7,4	-	-	-	6,0	6,2	6,4
30000	-	-	-	10,0	10,3	10,6	-	-	-	9,0	9,3	9,6
Св.	-	-	-	13,5	13,9	14,3	-	-	-	12,0	12,4	12,8

30000											
-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Таблица 7. Время, связанное с управлением оборудования

Содержание работы	Нормы времени	Примечание
Установка и снятие токопровода: с креплением винтовым зажимом без крепления зажимом	0,5 0,3	Включается в норму времени в случае отсутствия стационарного токопровода
Установка трактора на изделие или направляющий путь и снятие его: вручную с помощью крана	1,3 2,7	--/--
Клеймение шва (на один знак)	0,1	

#### IV. Время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности

Время обслуживания рабочего места при автоматической и полуавтоматической сварке в среде аргона затрачивается на: раскладку инструмента, его уборку, включение и отключения источника питания дуги, регулировку режимов сварки (тока, скоростей сварки, подачи проволоки, давления газа), установку кассеты с электродной проволокой в автомат, уборку электродной проволоки после окончания работы, смену кассет, баллонов с газом в процессе работы, подналадку оборудования, уход за ним и уборку рабочего места.

Нормы времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности определяются в % к оперативному времени.

Для облегчения подсчета нормы штучного времени вводится коэффициент к оперативному времени, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, а в условиях крупносерийного производства и подготовительно-заключительное время.

Нормативы времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности даны в таблице 8 и определяются в % от оперативного времени.  
Таблица 8. Время обслуживания рабочего места, время на отдых и личные надобности

Условия выполнения сварки	Обслуживание	Способ сварки	Время обслуживания рабочего места	Время на отдых и личные надобности	Коэффициент кооперативного времени
В удобном положении	Стационарная установка, переносные автоматы, полуавтоматы		6	4	1,1
			10	9	1,19
			12	9	1,21
	Стационарные не плавящиеся установки электродом		7	5	1,26
Внутренних швов в изделиях размером 1,5x1,5 при длине 1 м	Переносные автоматы	Плавящимся электродом	12	14	1,12
		Неплавящимся электродом	13	1,7	1,30

Наружных швов изделия на высоте более 2 м		Плавающимся электродом	13	17	1,30
		Неплавающимся электродом	15	18	1,30
В неудобном положении	Полуавтоматы		12	17	1,30
В закрытых свободных или полукрытых тесных объёмах			15	24	1,39
С применением переносных лестниц высотой свыше 3 м			19	26	1,45
Крупногабаритных объёмных и полубъёмных конструкций с применением специальной оснастки			22	33	1,50

#### V. расчет норм штучного времени

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{ш} = [(T_0 + t_{вш})l + t_{ви}] \times k_1,$$

где  $T_0$  – основное время сварки  $L_{\text{пог}}$  м. шва в мин.

$t_{вш}$  – вспомогательное время, зависящее от длины шва в мин. на  $L_{\text{пог}}$  м. шва

$l$  – длина шва в м.

$t_{ви}$  – вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования в мин.

$k_1$  – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности.

#### **Контрольные вопросы.**

1. Что включает в себя подготовительно-заключительное время?
2. На что разделяют вспомогательное время при ручной аргоно-дуговой сварке?
3. Дать определение простой и сложной сварке.
4. Из чего складывается вспомогательное время при автоматической и полуавтоматической сварке?
5. От чего зависит продолжительность подготовительно-заключительного времени?
6. На что затрачивается основное время при аргоно-дуговой сварке?
7. На основе чего определяются нормы времени на отдых и личные потребности?

## **Практическая работа №9**

### **«Расчёт площадей и планировка сборочно-сварочных отделений и участков»**

**Цель:** научиться производить расчёт площадей и планировки участков

#### **Ход работы**

1. Изучить нормативный документ по планировке ГОСТ 14.004.
2. Произвести расчёт количества оборудования для участка.
3. Произвести расчёт общей площади участка в соответствии с принятым количеством оборудования.
4. Разместить оборудование в соответствии с принятой площадью.
5. Ответить на контрольные вопросы.

#### **ОБЩАЯ ЧАСТЬ**

Настоящие нормы предназначены для использования при разработке проектной документации на строительство новых, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих сборочно-сварочных цехов предприятий автомобильной промышленности.

Положения и требования настоящих норм, имеющие ссылку «для укрупненных расчетов» могут быть использованы для разработки предпроектной документации и сравнительных анализов конкретных проектных решений.

Входящие в состав сборочно-сварочных цехов участки холодной листовой штамповки, механической обработки, окраски, термической обработки, склады и т.п. проектируют по соответствующим нормам технологического проектирования.

При разработке проектов сборочно-сварочных цехов следует учитывать последние достижения науки и техники, прогрессивные технологические процессы, новейшее высокопроизводительное оборудование, эффективные средства автоматизации и механизации производственных процессов, прогрессивные формы организации производства, применение АСУП и АСУ ТП, рациональное использование площадей, материальных ресурсов, энергоносителей, воды, тепла, исключение или технически возможное снижение загрязнения окружающей среды.

С учетом новых принципов хозяйствования в условиях рыночных отношений, допускается отступление от требований настоящих норм (по режиму работы производства, отдельным параметрам здания и т.п.) при

соответствующем обосновании и обязательном соблюдении норм и правил пожарной безопасности, производственной санитарии и техники безопасности.

Нормы применяют при проектировании производств всех типов (массового, серийного и единичного). Тип производства определяют в соответствии с требованиями ГОСТ 14.004-83.

## РАСЧЕТ КОЛИЧЕСТВА ОБОРУДОВАНИЯ

Расчет количества оборудования ведется отдельно по оборудованию отдельно стоящему, работающему в самостоятельном режиме (далее по тексту - отдельно стоящее оборудование), и оборудованию в составе линии, работающему в режиме линии (далее по тексту - оборудование в составе линии).

Под термином «линия» в настоящих нормах понимаются механизированные и автоматизированные линии.

Количество отдельно стоящего оборудования и рабочих мест следует определять по формуле:

$$M_p = \frac{T_c}{\Phi_3},$$

где  $M_p$  - расчетное количество оборудования, ед.;

$T_c$  - суммарная загрузка оборудования на объем годового выпуска сварных сборочных единиц, с учетом наладки, ч;

$\Phi_3$  - эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

Суммарная загрузка оборудования ( $T_c$ ) определяется по каждому виду и модели оборудования по формуле:

$$T_c = T_p + T_n,$$

где  $T_p$  - загрузка оборудования для сварки сварных сборочных единиц на объем годового выпуска, ч;

$T_n$  - продолжительность наладки (рассчитывать по данным табл. 1), ч.

Таблица 1 - Продолжительность наладки оборудования

Оборудование	Продолжительность наладки от годовой загрузки оборудования, в зависимости от количества наименований, закрепленных за единицей оборудования, %	
	до 8	свыше 8
Автоматы, полуавтоматы, источники питания и т.п. для дуговой сварки	3 - 4	7
Аппараты плазменной сварки	8 - 10	-
Машины контактной сварки:		
стационарные точечные	4 - 6	10
подвесные точечные	3 - 5	-
шовные, стыковые	3 - 5	-
Машины сварки трением	7 - 9	-
Многоэлектродные машины с количеством электродов в них, шт.:		
до 24	3 - 5	-
25 – 48	4 - 6	-
свыше 48	5 - 8	-
Установки для термической резки:		
по копиру	3 - 5	7
с фотоэлектронной системой и программным управлением	5 - 8	10

Примечание . Большие значения принимать при закреплении большего числа сварных сборочных единиц за 1 единицей оборудования.

Количество оборудования в составе линии определяется пооперационно и рассчитывается по формуле:

$$M_p = \frac{T_{шт.}}{t},$$

где  $T_{шт}$  - штучное время на 1 сварную сборочную единицу, мин;

$t$  - такт выпуска сварных сборочных единиц с линии, мин.

Расчет количества линий следует определять, исходя из производительности линии, по формуле:

$$M_p = \frac{B}{q},$$

где  $B$  - количество сварных сборочных единиц, производимых на линии в год (сутки или час), шт;

$q$  - производительность линии в год (сутки или час), шт.

По полученному расчетному значению  $M_p$  с последующим округлением до ближайшего целого числа в большую сторону определяется количество принятого оборудования  $M_n$ .

Коэффициент загрузки оборудования ( $K_3$ ) определяется отношением расчетного количества производственного оборудования ( $M_p$ ) к принятому ( $M_n$ ):

$$K_3 = \frac{M_p}{M_n}$$

Коэффициент загрузки оборудования в зависимости от типа производства рекомендуется принимать для:

единичного и мелкосерийного	- 0,80 - 0,85;
среднесерийного	- 0,85 - 0,90;
крупносерийного и массового	- 0,90 - 0,95.

В условиях средне- и мелкосерийного производства, когда оборудование принимается в необходимом комплекте (по технологической необходимости),  $K_3$  может быть ниже указанного.

## **ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ**

### **Определение общей площади**

Общая площадь состоит из площади, занятой технологическим оборудованием, и площади, занятой проездами и инженерными службами.

К первой относится площадь, занимаемая рабочими местами, укомплектованными сварочными машинами, аппаратами и источниками питания, шкафами и пультами управления, гидравлическими станциями, стендами, приспособлениями, складочными местами для хранения деталей и готовых сварных сборочных единиц после сварки, транспортными устройствами, проходами для рабочих, контрольными стендами и прочим оборудованием.

Ко второй относится площадь, занимаемая магистральными проездами, вентустройствами, мастерскими (наладчиков, механиков, энергетиков и сантехников), трансформаторными подстанциями, энергетическими вводами, станциями специальных токов, лабораториями сварки, службами технического контроля, кладовыми и складами.

Общая площадь производства определяется на основе графических разработок и плана расположения оборудования.

При укрупненных расчетах площадь, занимаемая технологическим оборудованием определяется по нормам на 1 единицу оборудования, приведенным в табл. 9; площадь, занимаемая проездами, службой наладки, вентустройствами, энергетическими вводами и т.д. составляет 30-40 % от площади, занимаемой технологическим оборудованием, и уточняется компоновочным планом цеха (корпуса).

Таблица 2 - Площадь на 1 единицу оборудования

Оборудование	Площадь на 1 единицу оборудования в зависимости от длины сварных сборочных единиц, м <sup>2</sup>			
	мелкие длиной до 0,8 м	средние длиной от 0,8 до 2,5 м	крупные длиной от 2,5 до 6,0 м	особокрупные длиной свыше 6,0 м
Для дуговой сварки	12 – 15	16 - 25	30 - 70	60 - 100
Для газовой сварки и пайки	12 – 15	16 - 20	28	-
Для контактной сварки:				
точечной и рельефной	12 – 15	16 - 20	25	-
многоточечной	-	40 - 70	75 - 100	90 - 150
роликовой	-	30 - 45	-	90 - 150
стыковой, трением	15 – 20	35 - 40	35 - 40	60 - 100
Роботы	25 – 30	35 - 40	45 - 60	60 - 90
Прочее	20 – 25	26 - 35	36 - 45	-

Примечания : 1. Большие значения величин принимать при производстве более габаритных сварных сборочных единиц.

2. Для служащих, работающих в цехе, следует предусматривать конторские помещения на площади цеха из расчета 4,5 м<sup>2</sup> на 1 человека.

#### Основные строительные параметры зданий

Сборочно-сварочное производство следует размещать, как правило, в одноэтажных зданиях, принимая габариты здания в соответствии с требованиями ГОСТ 23838-89.

Допустимо размещение производства в многоэтажных зданиях, принимая габариты здания в соответствии с требованиями ГОСТ 23838-89.

Выбор ширины и высоты пролета зависит от габаритных размеров оборудования, массы и габаритов сварных сборочных единиц, а также

расположения оборудования (поперечное или продольное размещение линий).

Таблица 3 - Размеры пролетов и грузоподъемность подъемно-транспортных средств.

Здание, изделие	Сварная сборочная единица		Размеры пролетов, м				Максимальная грузоподъемность крана, кН (т)
	масса, т	габариты (длина, ширина, высота), м	ширина	шаг колонн(среднее)	высота до низа стропильных ферм в бескрановых пролетах	высота до головки подкранового рельса в крановых пролетах	
1. Одноэтажное							
Тяжелые металлоконструкции (рамы, платформы и т.п.)	до 3	10,5 ´ 2,5 ´ 1,0	24	12	8,4; 9,6	-	50,0 (5,0)
	3 - 10	15,0 ´ 3,5 ´ 1,5	24	12	10,8; 12,0	8,15; 9,35	150,0 (15,0)
Пространственно-сложные конструкции (автокузова и т.п.)	до 0,5	5,0 ´ 2,5 ´ 2,5	24	12	8,4; 9,6	-	32 (3,2)
	св. 0,5 до 3,0	12,5 ´ 2,5 ´ 2,5	24	12	9,6; 10,8	-	50 (5,0)
Разные сборочные единицы	до 0,3	2,5 ´ 1,0 ´ 0,5	18; 24	12	6,0; 7,2; 8,4	-	32 (3,2)
2. Многоэтажное							
Первый и средний этажи							
Разные сборочные единицы /балки, небольшие емкости/	-	-	12	6; 12*	7,2; 8,4	-	32 (3,2)

Здание, изделие	Сварная сборочная единица		Размеры пролетов, м				Максимальна я грузоподъем ность крана, кН (т)
	масс а, т	габари ты (длина ' ширин а' высота ) , м	шири на	шаг колонн(сред ние)	высота до низа стропиль ных ферм в бескрано вых пролетах	высота до головки подкранового р ельсав крановых пролетах	
Верхний этаж							
Пространствен но-сложные конструкции (автокузова и т.п.)	до 0,6	до 6,0 ' 2,5 ' 2,5	24	12	8,4; 9,6		32 (3,2)

\* При обосновании в каждом конкретном случае

Допускается размещение сборочно-сварочного производства при реконструкции и техническом перевооружении в существующих зданиях, имеющих высоту менее приведенной в табл. 10 при условии соблюдения норм и правил техники безопасности.

В соответствии с требованиями технологических процессов полы в сборочно-сварочном производстве должны быть прочными, огнестойкими, нескользкими, малотеплопроводными, диэлектрическими.

Распределенную нагрузку на пол, Па, принимать для:

сборочно-сварочного производства - 50000;

проездов - 100000;

внутрицеховых складов (кладовых):

деталей и заготовок - 100000;

вспомогательных материалов - 50000.

При размещении сборочно-сварочного производства на втором этаже и выше распределенную нагрузку на пол принимать:

для расчета плит перекрытия - 50000 Па;

для расчета балок (ригелей) - суммарную массу оборудования, устанавливаемого в ячейке 12 ´ 12 м, не более 250 т, расположенного самым неблагоприятным образом.

Таблица 4 - Ширина проездов и проходов

Вид проезда	Транспортное средство	Ширина проезда, мм	
		при одностороннем движении	при двухстороннем движении
Магистральное	Напольное:		
	электротележки, электропогрузчики	-	4500
	автопогрузчики, автомобили, уборочные машины и др.	-	5500
Цеховой	Все виды напольного электротранспорта, кроме робокар	$A^* + 1400$	$2A + 1600$
Пешеходный проход	-	-	1400

$A^*$  - ширина груза (транспорта), мм

Примечания:

1. Транспортные тележки на рельсовом пути не должны размещаться на проездах.
2. Количество и расположение проездов, проходов определяется компоновочным планом цеха.
3. Расстояние от границы проезда до тыльной стороны оборудования - 500 мм по ГОСТ 12.3.020-80.

### 6.3. Нормы размещения оборудования

Нормы размещения оборудования учитывают требования научной организации труда и правил техники безопасности на рабочем месте. Нормы расстояний для наиболее часто встречающегося оборудования приведены в табл. 5 - 15.

Таблица 5 - Нормы расстояний для наиболее часто встречающегося оборудования

Обозначение размеров	А	Д Е	К	У
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5 - 2,0	определяется конструкцией изделия плюс 0,2 - 0,3	0,8 - 1,2	1,5 - 2,0

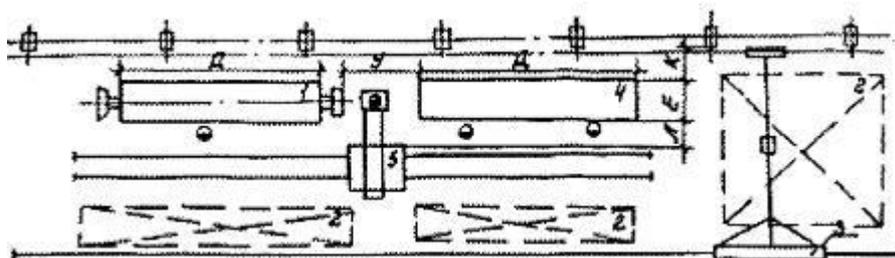


Рис. 1. Размещение стенов, кантователей для сварки крупногабаритных сварных сборочных единиц

1 - двухстоечный кантователь; 2 - место складирования; 3 - полукозловой кран; 4 - стенд для сборки; 5 - универсальная площадка с подвижной стрелой.

Таблица 6

Обозначение размеров	А	В, Г, Д, Е	И	У
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5 - 2,0	определяется конструкцией изделия	2,0	2,0 - 3,0

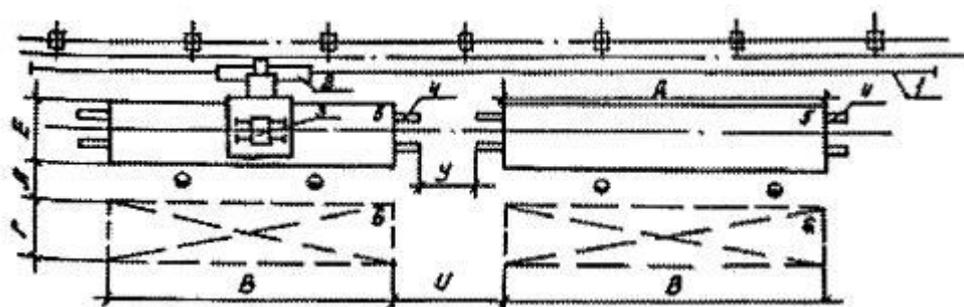


Рис. 2. Размещение установки велосипедной тележки для автоматической сварки продольных и кольцевых швов цилиндрических изделий:

1 - направляющий рельс; 2 - велосипедная тележка с балконом; 3 - сварочный автомат; 4 - стенд роликовый механизированный; 5 - сварная сборочная единица; 6 - место складирования.

Таблица 7

Обозначение размеров	А	Б	В, Г, Д, Е	Ж	И	К	Л	М	У
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5 - 2,0	1,5	определяется конструкцией изделия	3,0 - 5,0	2,0	1,2	1,2	1,5 - 2,0	0,8 - 1,2

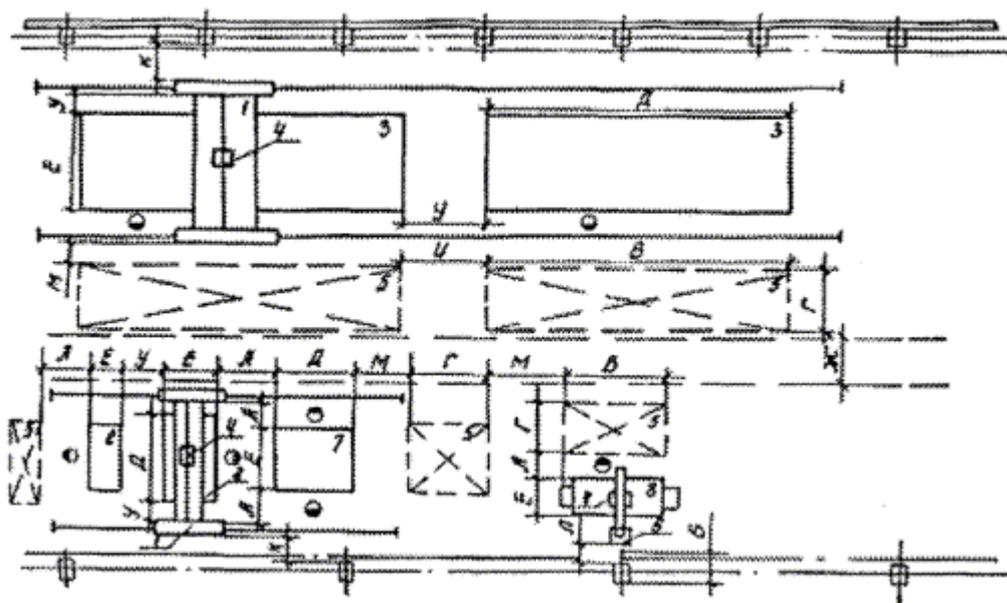


Рис. 3. Размещение установок автоматической сварки и резки с поворотными колоннами и самоходными порталами:

1 - портал самоходный; 2 - стенд; 3 - универсальный цепной кантователь или стол термической резки; 4 - автомат сварочный или резак; 5 - место складирования; 6 - поворотная колонна; 7 - роликовый стенд; 8 - кантователь.

Таблица 8

Обозначение размеров	А	К	Л	М	Н
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2 - 1,5	1,2	1,2 - 2,0	0,8	0,3 - 0,5

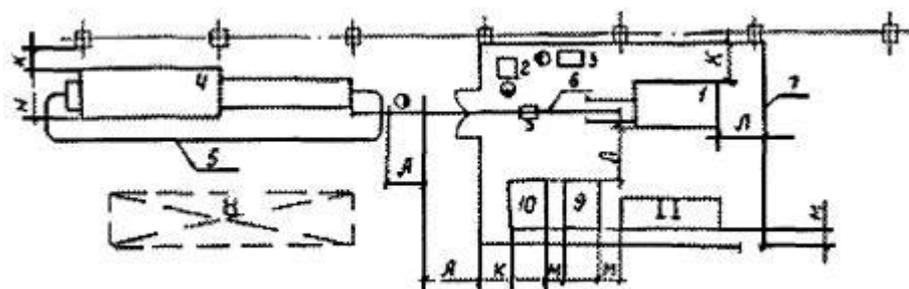


Рис. 4. Размещение оборудования для электронно-лучевой сварки:

- 1 - установка электронно-лучевой сварки; 2 - установка для размагничивания;  
 3 - пресс для запрессовки; 4 - моечно-сушильный агрегат; 5 - подвесной грузонесущий конвейер;  
 6 - монорельс; 7 - ограждающие элементы помещения для электронно-лучевой сварки; 8 - места складирования; 9, 10, 11 - шкафы управления и источники питания.

Примечание. Размеры уточняются по паспортным данным оборудования.

Таблица 9

Обозначение размеров	А	Л	М	Н	Р
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,5 - 2,0	0,8 - 1,2	0,8 - 1,0	определяется конструктивно	0,1

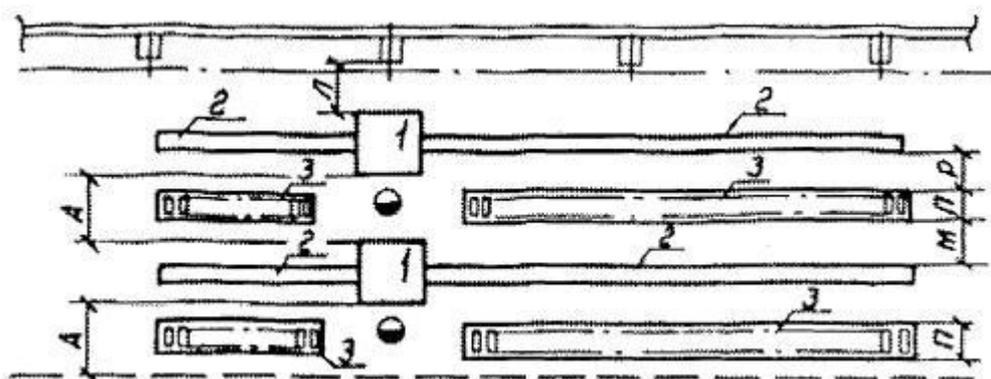


Рис. 5. Размещение оборудования для сварки длинномерных деталей:

- 1 - установка для сварки труб; 2 - рольганг для подачи труб; 3 - накопитель.

Таблица 10

Обозначение размеров	Б	К	Л
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,3 - 1,5	0,8	0,8

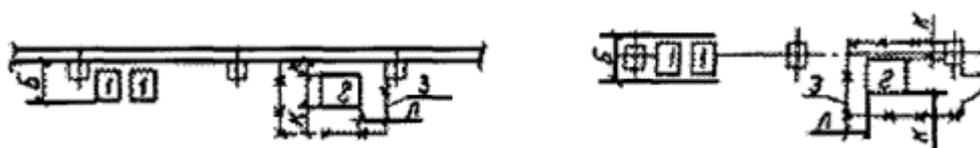


Рис. 6. Размещение источников питания (рекомендуемое):

- 1 - однопостовой источник питания; 2 - многопостовой источник питания; 3 - ограждение сетчатое.

Примечания: 1. Размеры ограждения зависят от габаритов источника питания и условий их обслуживания.

2. При недостаточном количестве свободной площади между колоннами допускается размещение однопостовых источников на специальных балконах. При этом пусковая регулирующая аппаратура источников должна быть установлена на рабочих местах.

Таблица 11

Обозначение размеров	К	М	П	Т
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,6	0,8	определяется конструктивно	0,3 - 0,5

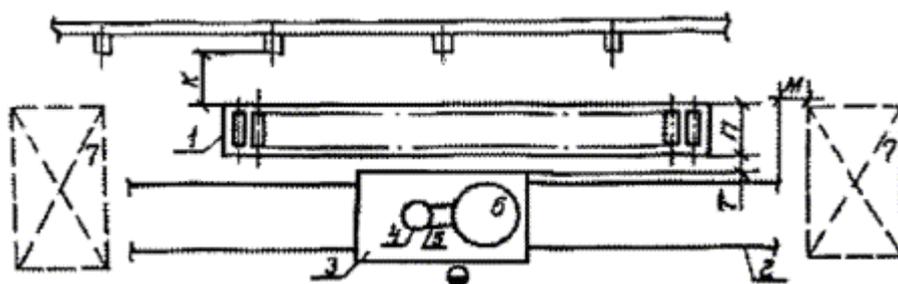


Рис. 7. Размещение установки электрошлаковой сварки:

1 - роликовый стенд механизированный; 2 - направляющие рельсы; 3 - установочная тележка; 4 - колонна с реечным устройством; 5 - автомат сварочный; 6 - сварная сборочная единица; 7 - место складирования

Таблица 12

Обозначение размеров	А	И	К	Л	М	У	Т
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2	0,8	1,0	0,8	1,0	1,0 - 2,0	0,8 - 1,0

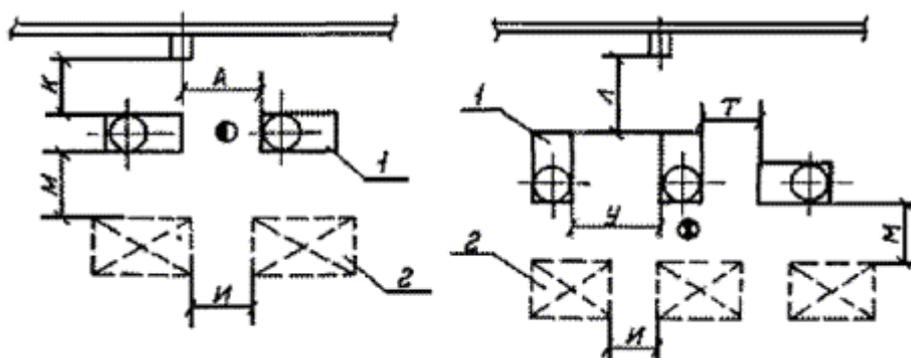


Рис. 8. Размещение автоматов для сварки кольцевых швов:

1 - сварочный автомат; 2 - место складирования.

### Размещение средств механизации

Таблица 13

Обозначение размеров	А	К	Р	С	У	П
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2 - 1,5	0,8	0,2 - 0,3	0,8 - 1,0	0,8 - 1,0	определяется конструктивно

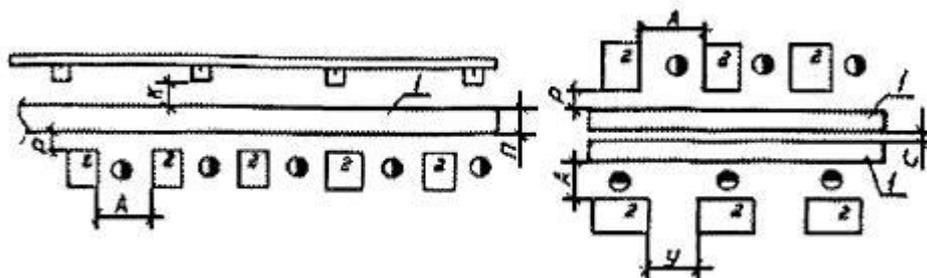


Рис. 9. Размещение напольных конвейеров:

1 - напольный конвейер; 2 - стол, оборудование.

Таблица 14

Обозначение размеров	А	И	М	Н	П	Ф
Расстояние между оборудованием и элементами здания, м	1,2 - 2,0	0,8	0,8	0,5 - 0,8	определяется конструктивно	0,2 - 0,3

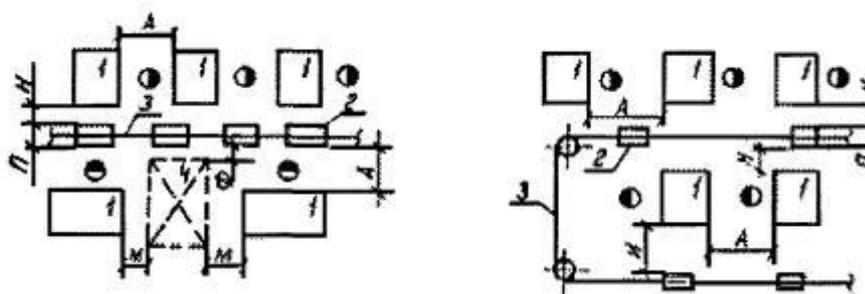


Рис. 10. Размещение подвесных конвейеров:

1 - оборудование; 2 - подвеска; 3 - конвейер; 4 - склад.

Таблица 15

Обозначение размеров	А	В, Г	Ж	К	С
Расстояние между оборудованием	1,5 -	определяется	3,0 - 5,0	1,0	6,5 - 7,0

Обозначение размеров	А	В, Г	Ж	К	С
и элементами здания, м	2,0	конструктивно			

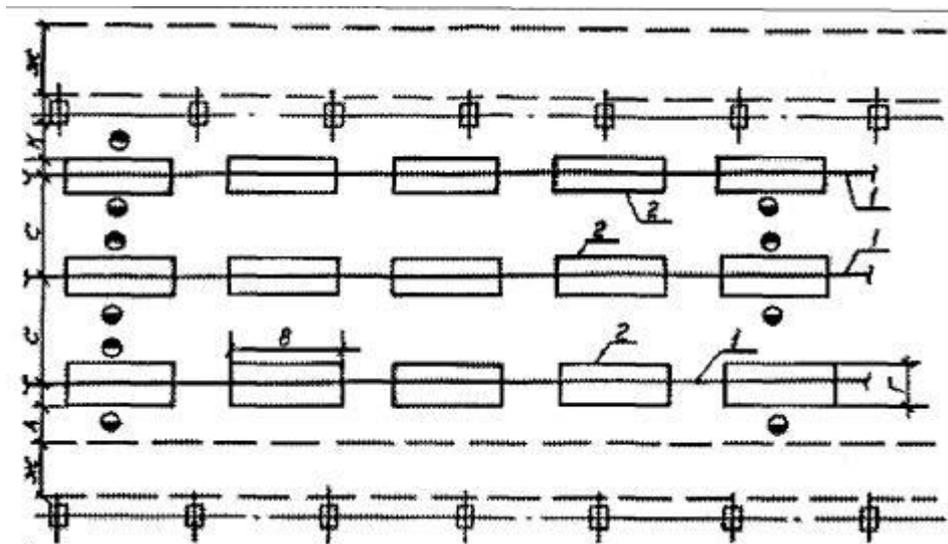


Рис. 11. Размещение конвейеров сборки, рихтовки и отделки изделий:

1 - конвейер; 2 - обрабатываемое изделие.

В нормах указаны расстояния от габаритов оборудования, включающих крайние положения движущихся частей его, оснастку, элементы механизации, питания и управления, габариты обрабатываемых деталей и сварных сборочных единиц с учетом их установки и снятия до смежного оборудования или элементов здания.

Нормы расстояний (табл. 12 - 22) между рядом стоящим оборудованием не распространяются на гибкие производственные системы, роботизированные и комплексно-автоматизированные участки. Эти расстояния определяются планом расположения оборудования конкретных участков, с учетом конструкции оборудования, транспортно-складских систем, систем управления и условий обслуживания.

Нормы расстояний предусматривают возможность монтажа и демонтажа отдельных узлов при ремонте оборудования.

Электрошкафы, пульты управления и т.п., расположение которых определено заводом-изготовителем оборудования, включаются в габариты оборудования.

Расстояние между электрошкафами, пультами управления, не входящими в габариты оборудования, элементами здания или смежного оборудования следует принимать в соответствии с требованиями правил по установке и эксплуатации электрооборудования.

При установке оборудования на индивидуальные фундаменты расстояние от колонн и смежного оборудования принимать с учетом конфигурации и глубины залегания фундаментов оборудования и колонн здания.

При обслуживании оборудования мостовыми и подвесными кранами максимальное приближение этого оборудования к стенам и колоннам зданий должно определяться с учетом крайних положений крюка крана.

Уменьшение расстояний между оборудованием, оборудованием и строительными конструкциями, приведенных в настоящих нормах, не допускается.

## **Практическая работа №10** **«Расчёт и планировка цеховых складов и кладовых»**

**Цель:** научиться производить расчёт цеховых складов и кладовых.

### **Ход работы**

1. Изучить материал к практической работе.
2. Ответить на контрольные вопросы.
3. Произвести расстановку цеховых складов и кладовых по заданию.

Склад металла обычно расположен в здании цеха и служит для хранения прибывающих на завод металлов, поступающих в дальнейшем для обработки в заготовительное отделение цеха.

Размеры склада металла, с одной стороны, обусловлены тем запасом различных сортов металла, который предусмотрен для хранения на складе и необходим для обеспечения бесперебойного выполнения производственной программы цеха, а с другой — зависят от количества устанавливаемых на складе единиц производственного оборудования для обработки металла.

Промежуточный (комплектовочный) склад, располагаемый между заготовительным и сборочно-сварочным отделением, предназначен для хранения определенного запаса готовых деталей в целях обеспечения укомплектования ими изготавливаемых в цехе изделий.

В цехах единичного и серийного производства наличие промежуточного склада вызывается в основном необходимостью обеспечить бесперебойность выпуска готовой продукции сборочно-сварочного цеха в случаях аварий и непредусмотренных остановок в работе заготовительного отделения.

Размеры промежуточного склада обусловлены величиной запаса готовых деталей и полуфабрикатов и площадью для сортировки продукции, прибывающей из заготовительного отделения цеха.

В цехах массового производства с поточной организацией работ технологическая связь между всеми рабочими местами, расположенными в одном цехе, настолько велика, что обстоятельства, вызывающие необходимость наличия промежуточного склада, либо отпадают совершенно, либо несущественны. Поэтому в сборочно-сварочных цехах, отличающихся поточно-массовым характером производства, как правило, промежуточные склады отсутствуют, и детали, изготавливаемые на одних рабочих местах, передаются непосредственно с этих мест на следующие, где происходит их сборка и сварка.

Роль промежуточных складов (как средства для обеспечения бесперебойного выпуска готовой продукции в случаях непредвиденных задержек поступления в сборку деталей изделия) в поточных производствах выполняют те складочные места, которые обычно предусмотрены у каждого рабочего места. Отсутствие промежуточных складов в поточно-массовом производстве, как и ограничение запасов деталей и полуфабрикатов на промежуточных складах в цехах серийного и индивидуального производства, вполне оправдано уменьшением оборотных средств производства и укреплением производственной дисциплины в работе заготовительного отделения; при этом детали изготавливают комплектно в необходимом количестве.

Склад готовой продукции, организуемый при цехе, предназначен для кратковременного хранения изготовленных изделий до отправки их либо на общезаводской склад готовых изделий (экспедиция), либо непосредственно в адрес заказчика. Нередко подобные склады готовой продукции совмещают с отделениями нанесения покрытий (малярное отделение). В последнем случае размеры склада готовых изделий обусловлены необходимым сроком просушки продукции после окрашивания. Если не исключена возможность более длительной задержки готовых изделий на цеховом складе готовой продукции, целесообразно вблизи цеха предусматривать свободную площадку, защищенную навесом.

Кладовые для хранения инструмента и приспособлений, входящие в состав складских помещений цеха, предназначены для хранения, приема и выдачи инструментов и негромоздких приспособлений, которые постоянно используют при эксплуатации цеха. Расположение в цехе этих складских помещений зависит от планировки технологического процесса и принятой степени децентрализации их в пределах цеха. Размеры кладовых обусловлены минимальными запасами хранения, ограниченными сроками износа одного-двух полных комплектов имеющихся в работе инструментов и приспособлений. В цеховых кладовых инструмента и приспособлений, помимо хранения, осуществляют также контроль степени износа и отбор пришедших в негодность инструментов и приспособлений для обмена их на новые в центральном общезаводском складе.

Расчет и планировка цехового склада металла. Запас материалов для хранения на цеховом складе обусловлен следующими основными факторами: типом и масштабом производства; условиями поставки, приемки, перевозки и потребления материалов; наличием в номенклатуре потребляемых материалов специальных и неходовых сортов и размеров металла.

Коэффициент использования площади для всех цеховых складов рекомендуется принимать равным 0,4.

При наличии в номенклатуре металлов специальных сортов, требующих особых условий испытаний и приемки, и неходовых размеров металла, а также отдельных металлов, требующихся для производства в малом количестве, запас на складе указанных сортов металла может быть увеличен.

После установления количества металла, подлежащего хранению на цеховом складе, приступают к расчету площади, требуемой для его размещения.

Общая площадь  $F_c$  цехового склада металла подразделяется на полезную (грузовую) площадь  $F_{„}$ , занятую непосредственно штабелями металла или стеллажами; вспомогательную площадь, занятую проходами, проездами, разгрузочными (сортировочными) площадками и служебными помещениями; производственную площадь, занятую станками и рабочими местами для обработки металлов (правку и разрезку больших кусков металла на транспортные заготовки меньших размеров). В случаях выполнения всей обработки металлов в заготовительном отделении цеха производственную площадь исключают из состава общей площади склада.

Общую площадь цехового склада металла определяют по формуле

$$F_c = \frac{\Sigma G_3}{\sigma_o} + \Sigma f_{\Pi} n_{\Pi}$$

Первый член правой части этой формулы означает сумму полезной и вспомогательной площади склада, а второй член — суммарную величину производственной площади. При этом значение расчетной плотности нагрузки на полезную и вспомогательную площади склада принимают равным  $\sigma_o = 1$  Мг/м<sup>2</sup> для металлов с плотностью более 4 мг/м<sup>3</sup> и  $\sigma_o = 0,4$  Мг/м<sup>2</sup> для металлов с меньшей плотностью. Величины площадей ( $f_{\Pi}$ , м<sup>2</sup>) отдельных рабочих мест для различных видов обработки металлов могут быть приняты по следующим опытным данным:

При разработке проекта цеха по укрупненным расчетам общую площадь цехового склада металла вычерчивают на плане цеха в принятом масштабе в виде прямоугольника, примыкающего к плану заготовительного отделения. Длину и ширину этого прямоугольника определяют элементарным подсчетом, исходя из конструктивной увязки взаимного сопряжения планов цехового склада металлов и заготовительного отделения. В случаях такой планировки цехового склада металлов, когда ввод железнодорожного пути на склад предусмотрен через пристройку, линейные размеры этой пристройки за пределами контура остальной части здания цеха должны составлять вдоль железнодорожного пути не менее 18 м и в перпендикулярном направлении не менее 6 м.

Расчет и планировка цеховых складов готовой продукции. Согласно нормам технологического проектирования максимальное количество крупных готовых изделий, подлежащее временному хранению на цеховом складе готовой продукции — в ожидании вывоза из цеха, должно соответствовать не более чем шестисуточной производительности цеха. В зависимости от размеров и массы готовых изделий площадь, необходимая для склада готовой продукции, может быть определена одним из следующих способов:

- а) если конструкции изделий допускают возможность хранения их в штабелях, общую площадь склада определяют по допускаемой грузонапряженности с учетом коэффициента использования площади склада;
- б) в случаях громоздких изделий общую площадь склада готовой продукции подсчитывают умножением площади, занимаемой в плане одним изделием (с припуском на каждую сторону 0,3—0,5 м для размещения проходов), на число таких изделий, выпускаемых цехом в промежуток времени, принятый для расчета склада готовой продукции.

Поскольку площадь цехового крытого склада готовой продукции располагают всегда в конце пролета общей сборки и сварки, то размеры последнего полностью обуславливают размеры проектируемого цехового склада готовых изделий. Если готовые изделия цеха допускают возможность временного хранения их на открытой площадке, то крытый склад готовой продукции может быть заменён открытым складом. Размещение на плане цеха кладовых выполняют после планировки всего производственного оборудования и рабочих мест в пролетах цеха, на оставшихся свободными площадях между отдельными линиями производственного потока и возможно ближе к центральным участкам производственных отделений цеха.

### **Контрольные вопросы.**

1. Как располагается и для чего служит склад металла?
2. Как располагается и для чего служит промежуточный склад?
3. Для чего предназначен склад готовой продукции?
4. Что входит в общую площадь цехового склада металла?
5. Как устанавливается расчётное значение промежуточного склада?

## **Практическая работа №11**

### **«Составление технологической планировки участка, цеха для узла, конструкции (по заданию)»**

**Цель:** научиться составлять технологическую планировку.

#### **Ход работы**

1. Изучить основные понятия технологической планировки участка.
2. По заданию произвести расчёт необходимой площади участка для расстановки оборудования.
3. Выполнить планировку (на миллиметровке).

В соответствии с заданием (таблица 1) разработать технологический план производственного участка, расположенного в цехе с продольным направлением производственного потока.

#### 1. Основные понятия

Одной из основных задач проектной разработки является составление плана участка, представляющего один из главнейших результатов, проектирования этого участка.

Такой план участка, определяющий пространственное расположение в нём технологического процесса производства, называют технологическим.

Разработка технологического плана включает набор наиболее рациональный для проектируемого производства схемы компоновки цеха, определение ее геометрических размеров и последующую детализацию её содержания.

#### 2. Площадь цеха

Площадь цеха по своему назначению подразделяется на производственную, вспомогательную и служебно-бытовую. Под общей площадью цеха в технологических расчётах понимают сумму производственной и вспомогательной площадей (без служебно-бытовой площади).

Производственной - называют площадь отделений и участков, непосредственного предназначенных для осуществления технологического процесса в данном цехе. В состав производственной включают площади, занимаемые:

«Производственным оборудованием – станками, установками для сборки и варки, печами и местами рабочих у оборудования;

- Наземным транспортом оборудованием – рольгангами, конвейерами.
- Рабочими местами ручного труда и верстаками, разметочными плитами и т.п.

- Шкафчиками для инструмента.
- Складочными площадками для заготовок, обработанных деталей, собранных узлов оборудования.
- Рабочими местами у оборудования для технического контроля (операционного, межоперационного) деталей, узлов и готовых изделий (кроме площади ограждённых помещений ОТК).
- Стенами для испытаний деталей, узлов и готовых изделий, устранение дефектов и сдачи готовой продукции.
- Проходами и проездами между оборудованием внутри производственных отделений и участков (кроме магистральных проездов)

К Вспомогательной площади относят.

- Площади, занятые участками для ремонта оборудования и оснастки корпусная (цеховая), ремонтная база оборудования (мастерская ремонта) приспособлений, инструмента и штампов, мастерские переточки инструмента (заточные отделения или участки ) мастерская энергетики, базы наладки оборудования.
- Площади отделений и участков для обслуживания производства помещений для дежурных электромонтёров, слесарей, наладчиков.
- Площади участков подготовки сварочных материалов.
- Помещений для утилизации отходов (переработка металлических стружек, пакетирование листовых отходов и д.р )находящихся на площади цеха ( кроме отдельных строящих).
- Помещение(выгороженное)цехового подотдела или сектора технического контроля.
- Помещение цеховых энергетических и санитарно-технических установок транспортных подстанций и киосков, вентиляционных камер, аккумуляторных и компрессорных установок.

Площади магистральных проездов цеха ( под магистральным понимают главные транспортные проезды шириной не менее 3м, по которым возможно движение автопогрузчиков, грузовых автомобилей, уборных машин).

К вспомогательной площади относят и его складскую площадь, куда входят помещения цеховых складов и кладовых, предназначенных для хранения и выдачи основных и вспомогательных материалов , заготовок, полуфабрикатов, деталей, приспособлений, инструмента, образцов и запасных частей к оборудованию, а именно: цеховые

склады и кладовые(как выгороженные, так и открытые складские площадки) металла, отливок проковок, штамповок и заготовок из сортового металла, промежуточные (межоперационные ) склады и кладовые деталей и полуфабрикатов, комплекточные кладовые, склады готовой продукции инструментально-раздаточные кладовые, склады готовой продукции, инструментальные кладовые приспособления, образцов запчастей к оборудованию смазочных материалов и эмульсий, изоляторы брака.

На служебно-бытовой площади цеха (корпуса) размещаются конторские и бытовые помещения.

К конторской относят площадь, занятую административно-конторскими службами цеха: кабинет начальника, его заместителя, заведующего производством и др. руководящих работников цеха, помещения отделов – технического, планового, тех-контроля, бухгалтерии и др. В эту площадь включают и площадь конструкторских бюро, размещенных при цехе .

К бытовой относят площадь помещений, предназначенных для обслуживания санитарно-гигиенических и социально-бытовых.

Таблица 1

Наименование и предназначение проходов и проездов	Ширина проходов и проездов м
Проход для рабочих	2.0
Транспортный проезд при одностороннем движении электропогрузчиков и автопогрузчиков грузоподъемностью не более 3т	3.0
Транспортный проезд при двустороннем движении электропогрузчиков и автопогрузчиков грузоподъемностью не более 3т	4.0
Транспортный проезд при двустороннем движении электропогрузчиков и автопогрузчиков грузоподъемностью не более 3т.	5.0
и грузовых автомашин	5.5
Ввод ж/д пути широкой колеи	

Примечания:

1. Транспортные проезды могут быть продольными или поперечными, преимущественно сквозными.
2. Двустороннее движение, создающее противотоки грузов в цехах, допускать только при соответствии технико-экономическом обосновании

### 3. Ширина Ж/Д колеи -1524м

#### Размещение технологического оборудования

Планировку элементов производства в каждом пролете сборочно-сварочных отделений выполняют сообразно с последовательностью работ, указанных в структурных схемах технологического процесса и согласно полученному расчетом количеству рабочих мест /п3/.

При проектировании необходимо исключать противотоки операционных передач направления общего технического потока и максимально ограничивать поперечные передачи деталей и узлов через проход и проезд.

Оборудование на плане изображения установленным контуром в предельных габаритных размерах с учетом крайних положений движущихся частей станка, открывающихся дверей и кожухов. Внутри контура габарита оборудования ( а для мелкого оборудования – вне контура на выносной полке) указывается номер оборудования по спецификации к планировке.

Рекомендуется следующий порядок нумерации оборудования участка на плане: оборудование нумеруется сквозной порядковой нумерацией, которую следует вести на плане последовательно слева на право, затем сверху вниз. В планировках к дипломным проектам допускается к каждой группе однотипного оборудования присваивать свой порядковый номер .

Подъемно–транспортное оборудование на участках нумеруется после технологического оборудования.

Возле габаритов оборудования, а так же других рабочих мест ( верстаков, плит, стендов и др.) на чертеже планировки участка дается условное обозначение места рабочего в виде кружка, диаметром 4..5 мм, половина кружка зачерчена, светлая половина обращена к станку.

Складочные места могут быть размещены двояким образом: либо со стороны проезда, либо в продольном направлении пролета – между двумя последовательно расположенными рабочими местами производственного потока. Ширина складочного места зависит от размеров складываемых у рабочих мест деталей и сборочных единиц, подлежащих сборке и сварке на данном рабочем месте. Обычно площадь, занимаемая такими складочными листами, равна либо меньше площади, занимаемой сборочно-сварочным устройством. В качестве минимальной площади складочных мест допускается площадь, равновеликая половине площади, занимаемой сборочно-сварочным устройством.

Возле габаритного контура оборудования или рабочего места оказываются условными обозначениями необходимые подводки носителей, воды.

Источники питания сварочной дуги следует размещать так, чтобы они не занимали полезной производственной площади, т.е. вдоль стен здания или между средними колоннами. Длина первичной цепи между пунктом питания и передвижной сварочной установкой в соответствии с ГОСТ 12.3.003-75 ССБГ не должна превышать.

Места выполнения электросварочных работ открытой дугой в соответствии с требованиями ГОСТ 12.300-75 ССБТ должны быть ограждены с помощью несгораемых ширм, щитов и т.п.

Сварка открытой дугой узлов малых и средних размеров должна производиться в кабинетах. Их обшивка выполняется из несгораемого материала. Свободная площадь на один сварочный пост в кабинете должна быть не менее 3м.

С целью безопасности обслуживания оборудования размещение его необходимо производить с учетом допускаемых пределов минимальных расстояний между оборудованием, складскими местами и элементами зданий

Таблица 2

Допускаемые пределы минимальных расстояний между оборудованием (рабочими местами), складочными местами и элементами здания.

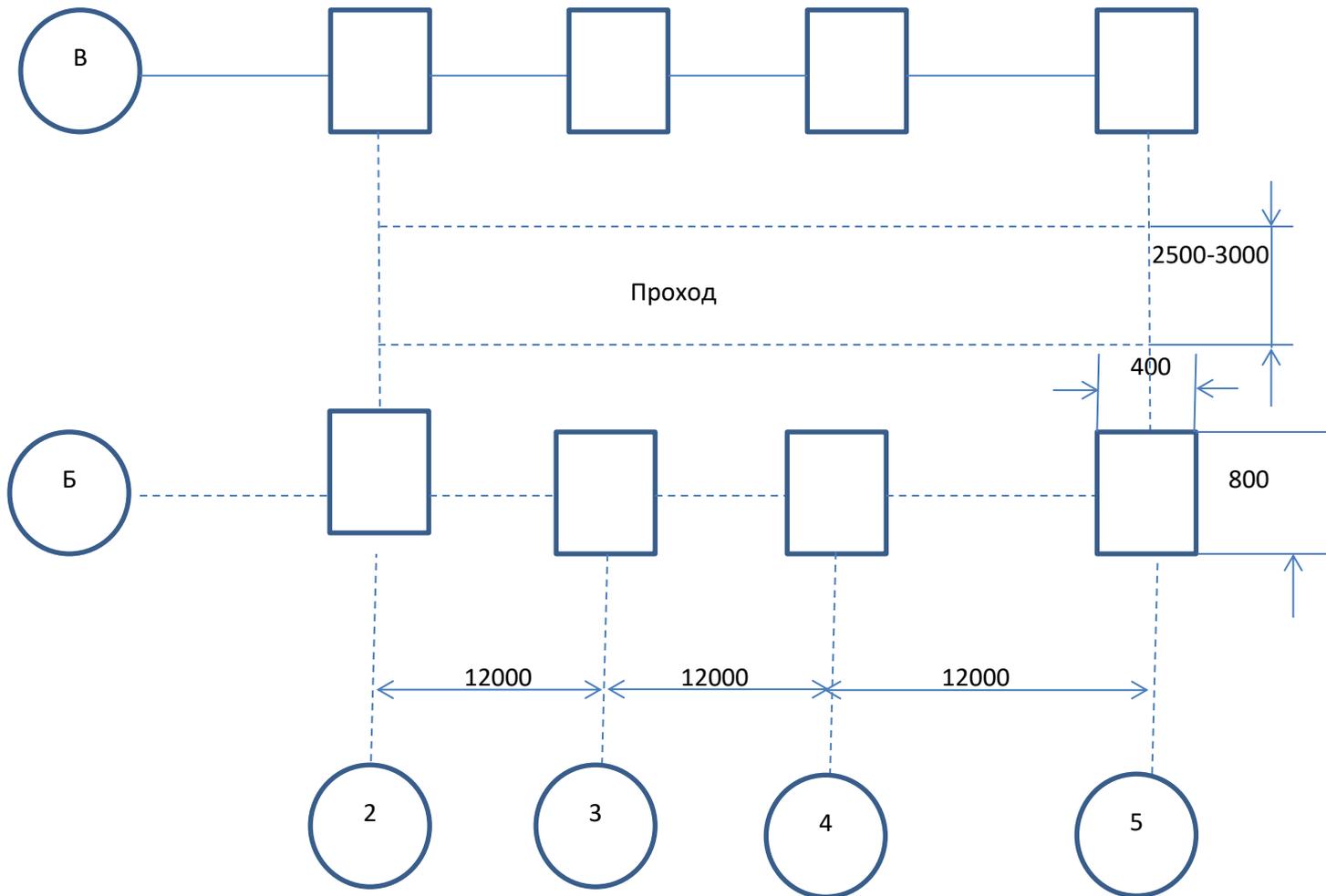
Определяемое расстояние	Допускаемые пределы значений м
От колонн или стен зданий до боковой стороны оборудования	1-3
От колонн или стен зданий до тыльной стороны оборудования	1-2.5
От колонн или стен зданий до фронта оборудования	1-2.5
Между фронтами и тыльной сторон оборудования	1-2
Между тыльной и боковой сторонами оборудования	1-2
Между тыльными сторонами оборудования	1
Между боковыми сторонами оборудования	1-1.4
Между оборудованием расположенным фронтом друг к другу	1-2
От фронта оборудования до складного места	1-1.6
Между складочными местами	1-1.4
Между тыльной стороной оборудования и складочным местом	1
Между боковой стороной оборудования и складным местом	1-2

Составление технологической планировки.

Технологическая планировка – план участка, определяющий пространственное расположение в нем технологического процесса производства.

Составление технологической планировки начинается с составления сетки колонны

При этом необходимо учитывать, ширину колонны – 18м, 24м, 30м и 36м.  
 При применении 30м и 60м необходимо приводить технико-экономическое обоснование. Шаг колонны принимается 12м (редко 6м)



### Контрольные вопросы.

1. Дать определение технологическому участку.
2. Что включает в себя разработка технологического плана?
3. Дать определение производственной площади.
4. Что входит в состав производственной площади?
5. Что входит в состав вспомогательной площади?
6. Как размечаются складочные места на технологической планировке?
7. Какой может быть ширина колонн на планировке?

Таблица №2

Номер задачи	Содержание и последовательность работ	Габаритные размеры конструкции в плане, м (длина, ширина)	Кол-во рабочих мест	Состав технологич.(1раб. место), подъёмно-транспорт. оборудов.	Габаритн. Размеры оборудов. В плане, м (длина,ширина)
1	2	3	4	5	6
1	Сборка с последующей механизированной сваркой рамной конструкции	От 1,5х1,0 До 6,0х3,0	2	1. Полуавтомат сварочный ПДГ-302 2. Шкаф управления 3. Выпрямитель сварочный ВДГ-301 4. Кантователь двухстоечный КДП-2 5. Колонна поворотная механизированная 6. Кран-балка	0,38х0,33  0,5х0,5 0,75х1,045 8,0х4,0  Длина консоли 2м
2	Автоматическая дуговая сварка кольцевых швов корпуса теплообменника	Ø1,2 длина 1,6	2	1. Автомат сварочный А1401 2. Трансформатор сварочный ТДФ-1001 3. Манипулятор сварочный М-2,0 4. Колонна поворотная ПК-1 5. Кран консольный	1,1х0,8 0,83х1,2 2,7х2,7  Ход консоли наиб. 2,0м
3	Сборка с последующей автоматической дуговой сваркой продольных швов цилиндрических обечаяк	Ø2,0м длина 3,0м	2	1. Автомат сварочный А1423 2. Выпрямитель сварочный ВДУ-504 3. Тележка велосипедная ВТ-4 4. Стенд роликовый Т30 5. Кран мостовой	0,76х0,84 1,1х0,8 3,6х1,2 Длина консоли 3,5м 5,0х1,6
4	Контактная стыковая сварка оплавлением полуоси трактора	длина 0,3м	4	1. Машина для стыковой сварки МСО-0801	0,86-1,085
5	Контактная шовная сварка топливного бака автомобиля	0,5х0,5	2	1. Машина для шовной сварки МШ-1001 2. Рольганг 3. Электроталь на монорельсе	1,27х0,5 с длиной вылета электродов 0,4м 0,6м
1	2	3	4	5	6
6	Сборка с последующей механизированной сваркой рамной конструкции	От 1,5х1,0 До 6,0х3,0	2	1. Полуавтомат сварочный ПДГ-302 2. Шкаф управления 3. Выпрямитель сварочный ВДГ-301 4. Кантователь двухстоечный КДП-2	0,38х0,33  0,5х0,5 0,75х1,045

				5. Колонна поворотная механизированная 6. Кран консольный	8,0x4,0  Длина консоли 2м
7	Контактная многоточечная сварка штампованных деталей	2,0x3,0	2	1. Многоэлектродная специализированная машина 2. Шкаф управления 3. Рольганг 4. Кран-балка	2,8x1,7  0,8x0,4
8	Ручная дуговая сварка кольцевых швов элементов цилиндрической формы	Ø0,8 длина 0,5м	4	1. Трансформатор сварочный ТД-500 2. Манипулятор сварочный М-1,0	0,57x0,835  1,7x1,6
9	Автоматическая дуговая сварка продольных и кольцевых стыков цилиндрических обечасок	Ø4,0м длина 6,0	2	1. Автомат сварочный АДФ-1001 2. Трансформатор сварочный ТДФ-1001 3. Тележка протальная ПТ-2 4. Стенд роликовый Т-30 5. Кран мостовой	1,05x0,36  0,83x1,2  6,1x8,6  8,0x1,6
10	Контактная многоточечная сварка штампованных деталей методом последовательного наращивания	2,0x1,5	2	1. Многоэлектродная специализированная машина 2. Шкаф управления 3. Рольганг 4. Конвейер подвесной	2,7x3,5  0,8x0,4

## Практическая работа №12

### «Изучение и выбор сборочного оборудования для сборки конкретного узла»

**Цель:** научить выбирать сварочное приспособление для сборки конкретного сварного узла или конструкции

#### Ход работы

С учетом предоставленного материала:

- изучить приспособление для сборки конкретного сварного узла или конструкции;
- научить пользоваться справочной литературой.
- ответить на контрольные вопросы.

#### Сборочные кондукторы, стенды и установки

**Оборудование для сборки плосколистовых конструкций.** При сборке плосколистовых конструкций основной задачей является совмещение кромок собираемых листов в одной плоскости (при сварке встык) или прижатие листов друг к другу (при сварке внахлестку). Это требование определяет собой конструкцию типовых устройств для сборки плосколистовых конструкций:

- электромагнитные стенды;

- стенды с передвижными балками;
- порталы.

Все эти устройства имеют прижимы, направленные перпендикулярно плоскости изделия. Иногда устройства оборудуют упорами, обеспечивающими правильное расположение собираемых листов в плане.

Электромагнитные стенды предназначены для сборки и сварки листовых полотнищ. Для сварки прямолинейных швов листовых конструкций широко используют флюсовые подушки с электромагнитами, прижимающими изделие к подушке (рисунок 1). Стенд состоит из нескольких подушек, в которую входят тяговая лебедка 7 с канатами 4 и блоками 2 и 5. Управление лебедкой осуществляется с переносных кнопочных станций; передвижение подушек ограничено конечными выключателями. Подобные стенды применяют не только для сварки, но и для сборки полотнищ.

Рама 16 подушки установлена на двух тележках 8. Внутри рамы расположен желоб 10 для флюса, а под ним – два шланга для подъема 19 и опускания 18 желоба, связанные с ним толкателями 11. Вдоль желоба расположены унифицированные электромагнитные блоки, состоящие из сердечников 12, катушек 13 и корпусов 14. Кроме того, в раме расположены стойки с роликами для продольного 15 и поперечного 9 перемещения свариваемых листов. Стойки с роликами поднимаются шлангами 17. Для сцепления с тяговым канатом при передвижении подушки на концах рамы имеются захваты.

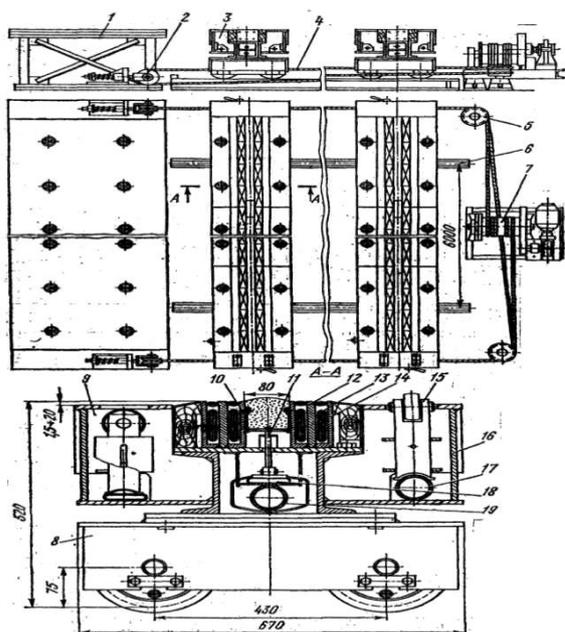


Рисунок 1 – Электромагнитный стенд для сварки полотнищ

На рисунке 2 изображен стенд с передвижной балкой, снабженной тремя пневмоприжимами. Стенд состоит из стеллажа 2 с боковыми направляющими 1, по которым на четырех колесах 4 передвигается балка 5, оборудованная тремя передвижными прижимами 7 с пневмоцилиндрами 6. Каждый цилиндр снабжен своим пневмораспределителем 8. Для предотвращения подъема балки во время прижатия имеются захваты 3.

Стенды применяют для листов толщиной 6-8; ширина стендов достигает 15 м, длина зависит от собираемых конструкций. Число прижимов 1-4, усилие каждого прижима 500-1500 кгс (5-15 кН).

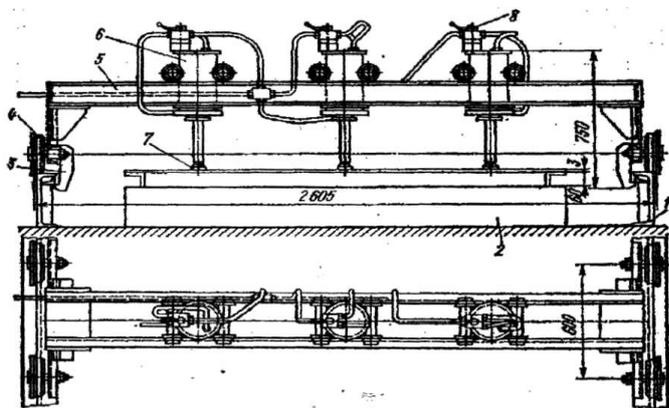


Рисунок 2 – Стенд с передвижной балкой с пневмоцилиндрами

Оборудование для сборки цилиндрических конструкций. Сборка цилиндрических конструкций включает в себя три основных операции:

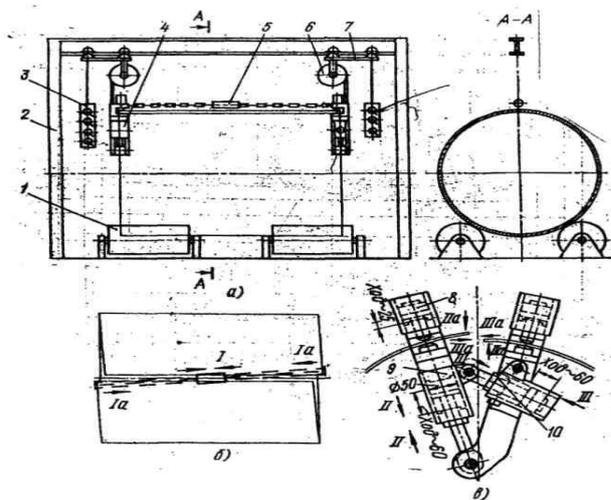
- сборку продольных стыков обечаек;
- сборку обечаек по кольцевым стыкам;
- сборку обечаек с днищами.

При сборке продольных стыков необходимо соединить кромки стыка, совместив их в одной касательной плоскости, и выровнять торцовые кромки.

На рисунке 3 показана установка для сборки продольных стыков обечаек, состоящая из портальной рамы 2, двух гидравлических стяжек 4 для совмещения и соединения продольных кромок и гидравлической стяжки 5 для выравнивания торцовых кромок. Стяжки 4 с помощью пружинных подвесок 6 закреплены на тележках 7, передвигающихся по раме 2. На этих тележках закреплены и панели управления 3. В стяжке 4 (рисунок 3в) винты заменены гидроцилиндрами – двумя зажимными 8, одним выравнивающим 9 и одним стягивающим 10.

Стяжка 5 для торцовых кромок представляет собой гидроцилиндр с двумя цепями, на концах которых имеются крючки, зацепляющиеся за кромки обечайки. Во время сборки обечайка находится на роликоопорах 1, на которые она попадает по наклонному стеллажу. Перед сборкой обечайку поворачивают на роликоопорах стыком вверх и стяжкой 5 выравнивают торцовые кромки в плоскости, перпендикулярной к продольной оси обечайки (рисунок 3б). После этого кромки обечайки соединяют стяжками 4 (рисунок 3в) и прихватывают дуговой сваркой, начиная с середины стыка. Собранная обечайка снимается с роликоопор специальным пневматическим выталкивателем.

Установку используют для обечаек диаметром 0,5-1,5 м, длиной до 2,1 м с толщиной стенки до 16 мм. Цилиндры стяжек развивают усилие до 1200 кгс (12 кН) при давлении масла до 60 кгс/см<sup>2</sup> (6 МПа).



1-Ш – встречные движения гидроцилиндров и штоков;  
 1а-Ша – соответствующие движения кромок.

Рисунок 3 – Установка для сборки продольных стыков обечаек

При сборке продольных стыков небольших обечаек абсолютная величина несовпадения торцов обычно невелика, поэтому достаточно совместить и соединить кромки стыка. Эту операцию выполняют на приспособлении, показанном на рисунке 4. На сварном каркасе 1 приспособления размещены два рычажных прижима 3 с пневмоцилиндрами 2 и опорный ложемент 4, на который укладывается обечайка. В осевом направлении положение обечайки определяется торцовым упором 5. При подаче воздуха прижимы с обеих сторон обжимают обечайку по наружному диаметру, соединяя кромки продольного стыка.

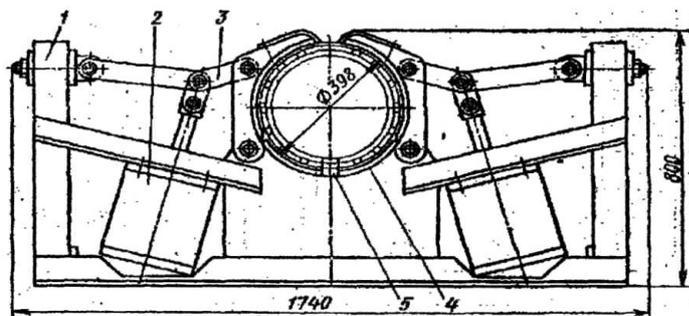


Рисунок 4 – Приспособление для сборки продольных стыков обечаек малого диаметра

Обечайка прижимается к деталям, расположенным внутри нее (например, к дискам). На этом же приспособлении можно выполнять сварку, так как прижимы расположены сбоку, и продольный стык остается открытым. Приспособление применено для обечаек диаметром 398 мм, длиной 320 мм, с толщиной стенки 5 мм.

**При сборке обечаек по кольцевым стыкам** необходимо прижать обечайки друг к другу, совместив их торцовые кромки по всей окружности. В соответствии с этим основными элементами оборудования для сборки кольцевых стыков должны быть осевые и радиальные прижимы.

Установка для сборки обечаек по кольцевым стыкам представляет собой тележку 5 со скобой 4, передвигающую по рельсам 10, проложенным между

роlikоопорами 11, на которых размещены собираемые обечайки (рисунок 5). На скобе закреплены три пневмоцилиндра: передний 1, средний 3 и задний 6. Штоки пневмоцилиндров связаны с прижимами. Шток переднего пневмоцилиндра заканчивается прижимной пятой, а штоки среднего и заднего пневмоцилиндров соединены с прижимами рычажными передачами, что увеличивает прижимное усилие в несколько раз по сравнению с усилием, развиваемым пневмоцилиндрами. На верхней части скобы, против прижимов переднего и среднего пневмоцилиндров, размещены три регулируемых винтовых упора 2. Скоба может подниматься и опускаться в пределах 0,45 м с помощью электропривода 9 по направляющим 7, закрепленным на тележке. Тележка передвигается по рельсам электроприводом 8.

В исходном положении воздух выключен, и давления во всех пневмоцилиндрах нет. При этом шток переднего пневмоцилиндра своим нижним концом опирается на тележку, а конец скобы под действием собственного веса опускается до упора верхней крышки переднего пневмоцилиндра в поршень. Прижим среднего пневмоцилиндра под действием веса поршня находится вверху, а прижим заднего – в крайнем правом положении. В начале работы механизмом подъема скоба устанавливается на таком уровне, чтобы упоры 2 были на 15-20 мм выше нижней стенки обечайки. Затем воздух подается в верхнюю полость переднего пневмоцилиндра и передний конец скобы поднимается.

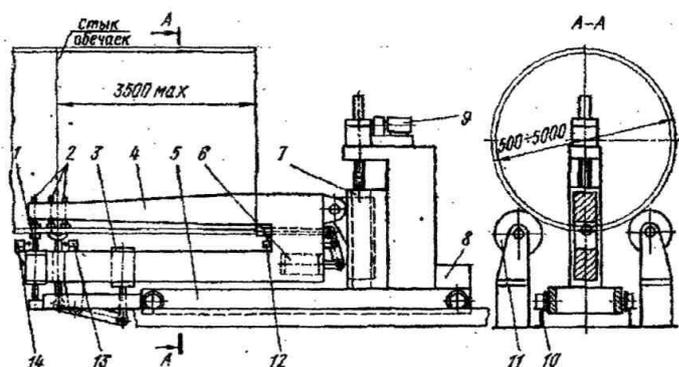


Рисунок 5 – Установка для сборки обечайек по кольцевым стыкам

Одновременно воздух подается в нижнюю полость среднего пневмоцилиндра и средний прижим опускается. В таком положении тележка заводит скобу внутрь обечайки, лежащей на роlikоопорах установки, до тех пор, пока кольцевой стык не окажется над средним прижимом (между вторым и третьим верхними упорами). Теперь воздух подается в нижнюю полость переднего пневмоцилиндра, вначале передний конец скобы опускается, пока передний верхний упор не опустится на нижнюю стенку левой обечайки, после чего поршень поднимается и зажимает левую обечайку между передними прижимом и упором. Затем последовательно включаются задний пневмоцилиндр, прижимающий правую обечайку к левой, и средний, прижимающий кромки обеих обечайек к верхним упорам, предварительно отрегулированным на необходимую высоту.

После выравнивания кромок обечайек производится прихватка, затем пневмоцилиндры переключаются и все прижимы отводятся от обечайек. При впуске воздуха в верхнюю полость переднего пневмоцилиндра сначала отходит его прижим (до упора нижним концом штока в тележку), после этого поршень останавливается и от давления воздуха в верхнюю крышку начинает подниматься сам пневмоцилиндр, поворачивая скобу с упорами 2, отходящими от обечайек. Освобожденные обечайки

поворачиваются на роликовом стенде и происходят подгонка и прихватка в соседнем месте стыка. После сборки стыка тележка со скобой откатывается, на стенд устанавливается новая обечайка, и цикл повторяется.

Управление пневмоцилиндрами осуществляется с кнопочной станции электропневмораспределителями. В исходных положениях пневмоцилиндры отключаются конечными выключателями 12-14.

На подобных установках собирают сосуды диаметром от 0,5 м (при толщине стенки до 16 мм) до 5 м (при толщине стенки до 50 мм). Длина отдельных обечаек до 3,5 м. Для сборки обечаек с толщиной стенки до 70 мм применяют установки с гидроцилиндрами.

Для обеспечения соосности и совмещения торцовых кромок труб и обечаек при сборке под сварку применяют наружные и внутренние центрирующие приспособления – центраторы.

Для сварки труб без прихватки применяют внутренние гидравлические центраторы. **Обечайки с днищами** собирают внахлестку или встык. Устройства для сборки внахлестку оборудуют торцовыми прижимами.

На рисунке 6 показано приспособление для сборки внахлестку небольших обечаек (диаметром 220 мм и толщиной стенки 2-2,5 мм) с доньшками. Приспособление состоит из сварной рамы 1, двух боковых стоек 3 с укрепленными на них горизонтальными пневмоцилиндрами 2, на штоках которых закреплены прижимные диски 4 с электромагнитами, двух вертикальных пневмоцилиндров 8 и накидного хомута 6. На раме расположены также ложементы 5 и пульт управления с пневмораспределителями 7.

Собираемую обечайку укладывают в ложементы, накидывают на нее хомут, который соединяют с тягами зажимных пневмоцилиндров, после чего правым пневмораспределителем подают воздух в полость пневмоцилиндров, обеспечивая надежный зажим обечайки и калибровку ее торцов. В прижимные диски устанавливают под запрессовку доньшки, которые удерживаются в них электромагнитами. Левым пневмораспределителем сжатый воздух подается в пневмоцилиндры 2, и происходит запрессовка доньшек. При правильной цилиндрической форме торцов (если нет необходимости в калибровке) хомут можно не накидывать. Запрессовка доньшек в этом случае производится в свободно лежащую обечайку. Для облегчения запрессовки цилиндрические части доньшек выполняют с заходными уклонами.

**Оборудование для сборки балочных конструкций.** При сборке балочных конструкций требуется обеспечить правильное взаимное расположение и прижать друг к другу по всей длине составляющие балку элементы. Для этого в серийном производстве применяют стенды:

- с передвижными сборочными порталами;
- сборочные поворотные кондукторы;
- сборочные неповоротные кондукторы.

**Стенды с передвижными сборочными порталами** применяют обычно для изготовления балок большой длины в условиях мелкосерийного производства.

Стенды для сборки двутавровых балок, показанный на рисунке 7, состоит из сварной рамы 1, двух балок 10, служащих опорой для стенки собираемой балки, самоходного портала 4 с двумя вертикальными 6 и двумя горизонтальными 5 пневмоприжимами. Одна из опорных балок при помощи винтов 2 и конических

редукторов 8, приводимых во вращение электродвигателем 9, может передвигаться и устанавливаться в соответствии с высотой собираемой балки. Один вертикальный и один горизонтальный прижимы могут перемещаться вдоль портала, два других прижима – неподвижные. Портал передвигается по рельсовому пути, уложенному вдоль рамы. Для снятия собранной балки имеются пневматолкатели 3.

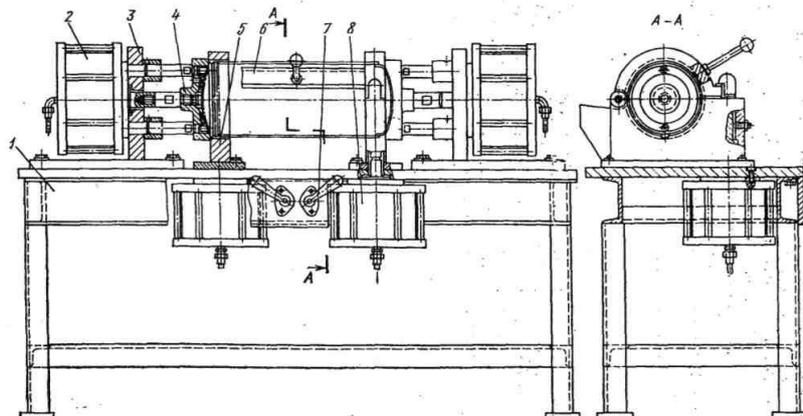


Рисунок 6 – Установка для сборки небольших обечаяк с доньшками

При сборке станда собираемого элемента укладывается на опорные балки, а полки – вдоль балок на опорные винты 7, установленные на определенную высоту. Портал, передвигаясь вдоль собираемого изделия, останавливается против мест прихваток; включаются прижимы и производится прихватка собираемых элементов. Затем прижимы отходят, портал подводится к месту следующих прихваток, и цикл повторяется. На установке собирают балки длиной до 15 м, высотой 460-2000 мм, шириной полки до 600 мм и толщиной полки до 50 мм.

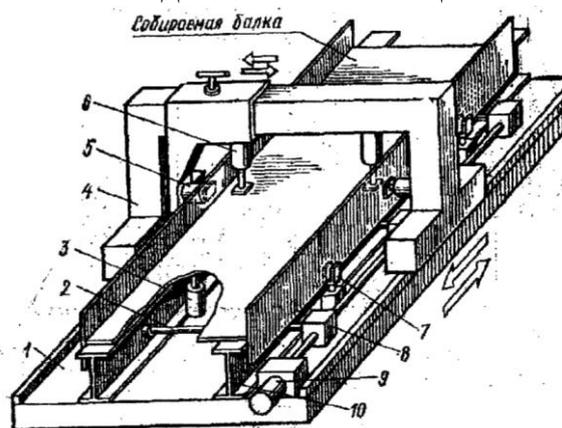


Рисунок 7 – Установка для сборки двутавровых балок

### Примеры выбора специальной сборочно-сварочной оснастки

Выбор сборочно-сварочной оснастки рассмотрим на примере изготовления воздушного баллона трактора Т-150К.

Технология изготовления воздушного баллона предусматривает сборку обечайки на прихватках, автоматическую сварку продольного шва обечайки, сборку обечайки на прихватках с доньшками, автоматическую сварку доньшек с обечайкой.

Исходя из условий производства и технологии изготовления воздушного баллона возникла необходимость в проектировании специализированной оснастки, состоящей из приспособлений: для сборки обечайки, для автоматической сварки продольного

шва, для сборки и калибровки доньшек с обечайкой, для автоматической сварки двух доньшек с обечайкой (рис. 38—45).

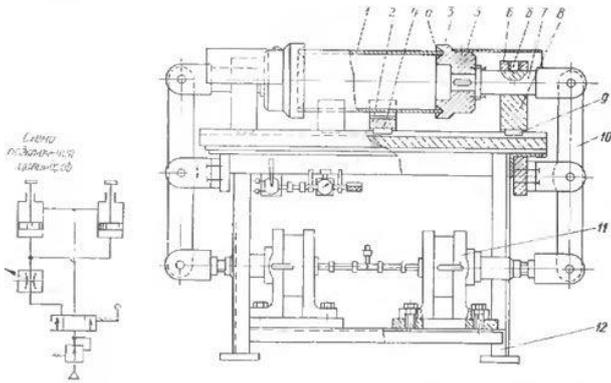


Рис. 38. Приспособление для прихватки обечайки воздушного баллона трактора Т-150К

autowelding.ru

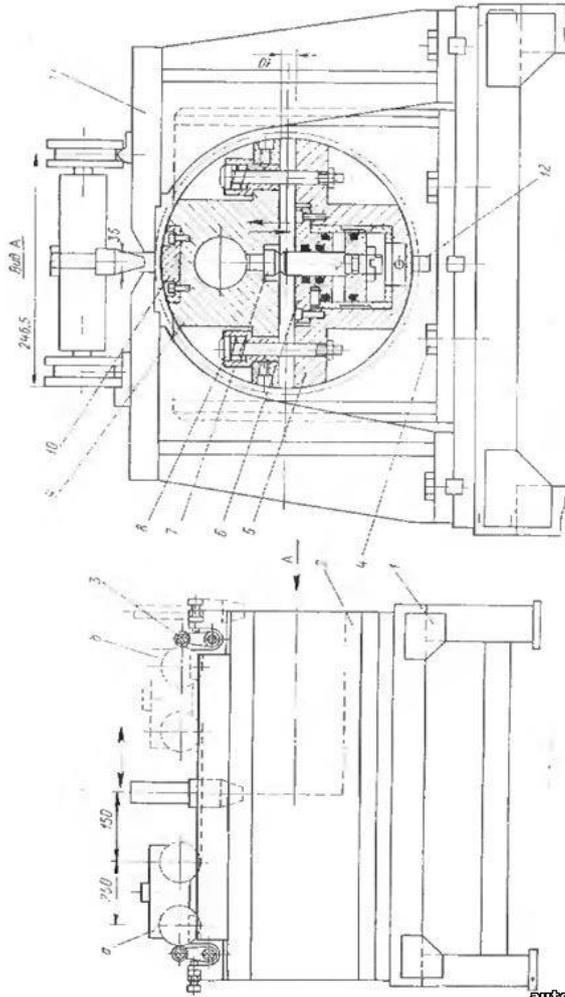


Рис. 39. Приспособление для автоматической сварки продольного шва обечайки воздушного баллона трактора Т-150:  
а и б—исходное и конечное положение сварочного трактора

autowelding.ru

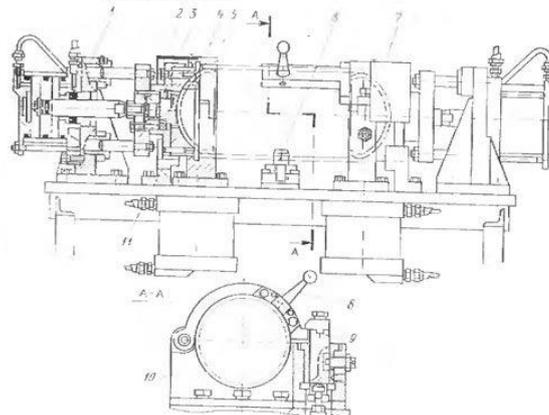


Рис. 40. Приспособление для сборки под сварку

autowelding.ru

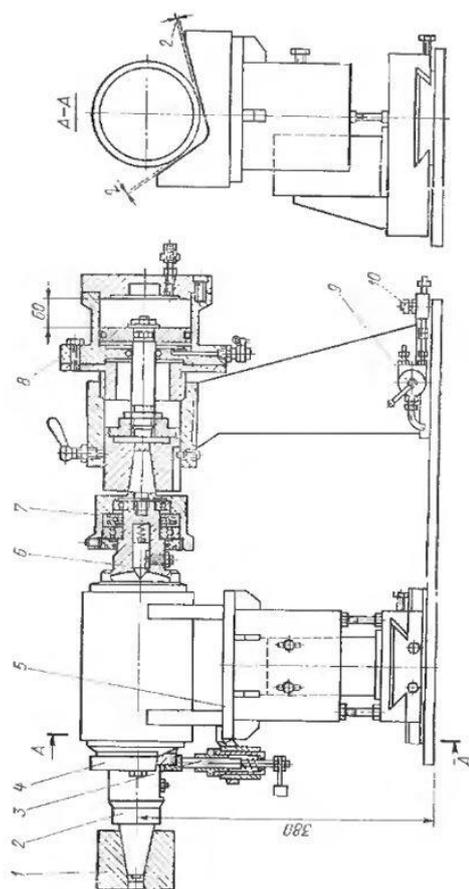


Рис. 41. Приспособление для автоматической сварки кольцевых швов воздушного баллона трактора Т-150:  
 1—улитка; 2 и 6—поджимные центры; 8—скользящий токоподвод; 4—кошка; 5—направляющая регулируемая;  
 7—шпатель; 8—пневмоцилиндр; 9—край управления; 10—дрель

autowelding.ru

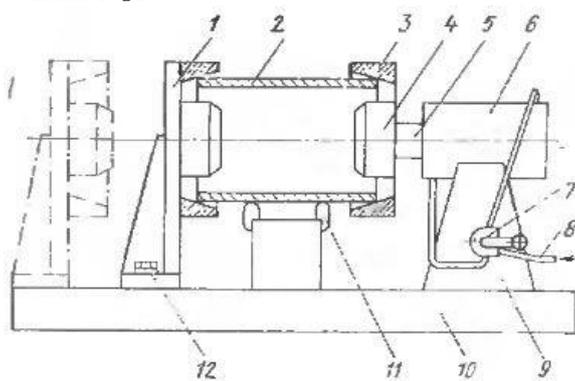


Рис. 42. Приспособление для стыковки кромок обечайки

autowelding.ru

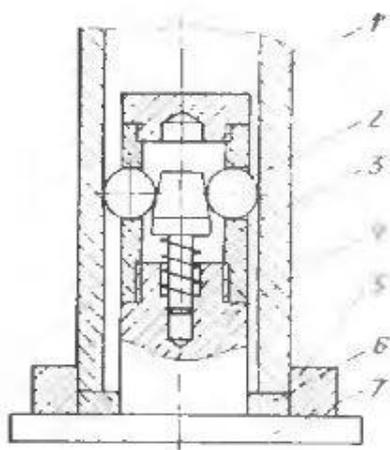


Рис. 43. Приспособление для автоматического центрирования трубы относительно фланца

autowelding.ru

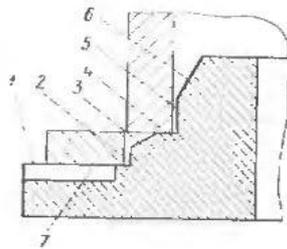


Рис. 44. Оправка для сборки трубы с фланцем

autowelding.ru

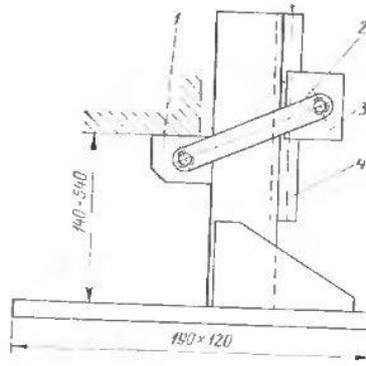


Рис. 45. Универсальная стойка

autowelding.ru

Калибровка и прихватка обечайки воздушного баллона под автоматическую сварку выполняется в специализированном приспособлении (рис. 38).

Обечайка 1 устанавливается на призмы 2, центрируется призматическими канавками а прижимных колец 3 и закрепляется пневмоцилиндрами 11 через систему рычагов 10. Пневмоцилиндры расположены внутри металлоконструкции 12.

Соосность призм 2 и стоек 8 обеспечивается шпонками 4 и 9, которые расположены в общем шпоночном пазу верхней плиты металлоконструкции. Призмы 2 и стойки 8 посредством болтов закреплены на верхней плите металлоконструкции приспособления.

Для облегчения монтажа силового привода в крышке 6 стойки 8 сделано резьбовое отверстие б, а в ползуне 7 — конусная цековка. При введении в резьбовое отверстие крышки 6 монтажного винта с конусным направляющим концом происходит взаимная ориентация (стопорение) ползуна 7 относительно стойки 8. Затем ползун, через систему рычагов соединяется с силовым приводом, имеющим в опорных кронштейнах продольные (установочные) пазы. После закрепления силового привода на металлоконструкции монтажный винт вынимают, и ползун получает свободу перемещения. От действия сварочных брызг ползун 7 защищен кожухом 5.

Собранная на прихватках обечайка воздушного баллона устанавливается в приспособление (рис. 39) для автоматической сварки (в  $CO_2$ ) продольного шва автоматом АДПГ-500.

Обечайка надевается на основной (неподвижный) полуцилиндр 5 и поджимной полуцилиндр 10, который, перемещаясь под действием штока 7 пневмоцилиндра 6, формирует и закрепляет обечайку в приспособлении. В продольном положении обечайка фиксируется упором 12. При раскреплении обечайки возврат поджимного полуцилиндра в исходное положение осуществляется пружинами 9, взаимное центрирование основного и подвижного полуцилиндров — направляющими 8.

Формирующие полуцилиндры размещены на кронштейне 4, который крепится к металлоконструкции 1.

Сварочный трактор перемещается по направляющим на стойлах 2 и 11, для ограничения зоны перемещения в начале и в конце направляющих установлены конечные выключатели 3 (ВПК 1112).

После автоматической сварки продольного шва происходит сборка на прихватках обечайки с доньшками. Сборка выполняется в приспособлении (рис. 40), в котором совмещена операция запрессовки двух доньшек с операцией калибровки обечайки. При этом обечайка баллона устанавливается в приспособление на ложементы 10, фиксируется фиксатором 6 и закрепляется откидным прижимом 8 при помощи двух прихватов 9. Доньшки баллона центрируются на пальцах 4 и закрепляются электромагнитами 3. Запрессовка доньшек в обечайку осуществляется поджимными головками 2 и 7, которые перемещаются по направляющим призмам 11. С запрессовкой доньшек в обечайку происходит и одновременная ее калибровка по кольцу 5. Привод поджимных головок — от пневмоцилиндров 1.

Автоматическая сварка двух кольцевых швов воздушного баллона выполняется в приспособлении (рис. 41), установленном на станине станка Р-964.

Центрирование воздушного баллона в приспособлении осуществляется плавающими (самоустанавливающимися) центрами 2 и 6 (конус Морзе 3), закрепление — пневмоцилиндром 8.

Пневмоцилиндр и плавающие центры не препятствуют свободной деформации изделия при нагреве и охлаждении, снижая тем самым упругопластические деформации в зоне нагрева.

В дополнение рассмотрим несколько технических решений сборочно-сварочной оснастки.

Для стыковки кромок обечаек под сварку продольного шва может быть рекомендовано приспособление, изображенное на рис. 42.

На основании 10 приспособления крепятся стойки — левая 1 и правая 9. В средней части приспособления расположены ролики 11. Левая стойка 1 подвижная, настраивается в зависимости от длины обечайки 2 и закрепляется на основании при помощи болтов 12. На левой стойке установлено нажимное кольцо 3 и фиксирующая оправка 4. Кольцо 3 имеет уклон  $15^\circ$ , обеспечивающий легкую установку обечайки в приспособлении.

На правой стойке приспособления смонтирован цилиндр 6, на шток которого посажены кольцо 3, фиксирующая оправка 4 и распределительный кран управления 7. При подаче воздуха по шлангу 8 шток 5 цилиндра 6 перемещается и стыкует обечайку, после чего происходит прихватка в трех местах, по длине стыкуемых кромок. Внедрение приспособления позволяет значительно поднять производительность труда при сборке.

Для приварки фланцев к патрубкам могут быть рекомендованы приспособления, представленные на рис. 43 и 44.

Приспособление для приварки фланцев к патрубку (рис. 43) обеспечивает горизонтальную установку фланца 5 на центрирующем кольце 6 опорной плиты 7 и вертикальное положение трубы 1 во фланце. Труба автоматически центрируется тремя шариками 2 при помощи подпружиненного конуса. Шарик устанавливается в сменной головке 3, которая закрепляется на направляющем стержне 4.

Как вариант сборки фланца с патрубками, может быть рекомендована ступенчатая жесткая оправка (рис. 44) с двумя цилиндрическими поверхностями, служащими базой для обеих собираемых деталей.

При сборке фланец устанавливается на поверхность 1 и фиксируется по поверхности 2. Патрубок устанавливается на плоскость 4 и центрируется по поверхности 5. Для обеспечения установки фланца и патрубка в сборочном приспособлении предусмотрены конусные участки оправки — поверхности 3 и 6. Конусная поверхность 3 предотвращает приварку к приспособлению собираемых деталей во время прихватки. Для облегчения съема собираемого узла с приспособления в нем предусмотрены канавки 7.

Быстрорегулируемая по высоте универсальная стойка (рис. 45) представляет собой опору, предназначенную для установки крупногабаритных деталей под прихватку. Упор 1, перемещаясь под нагрузкой вниз, нажимает на планки 2, прижимая связанный с планками зубчатый упор 3 к зубчатой рейке 4. Чем больше нагрузка на упор 7, тем сильнее сцепляются зубчатый упор и рейка.

### **Контрольные вопросы**

1. Объясните, каково основное назначение сборочного оборудования
2. Перечислите и охарактеризуйте основные виды оборудования для сборки плосколистовых конструкций
3. Назовите основные операции при сборке цилиндрических конструкций и оборудование, применяемое при этом
4. Опишите оборудование, применяемое при сборке балочных конструкций, назовите последовательность сборки конструкции на этом оборудовании.

## Практическая работа №13

### «Изучение и выбор оборудования для сборки и вращения во время сварки»

**Цель:** изучить оборудована для перемещения свариваемых изделий

#### Ход работы

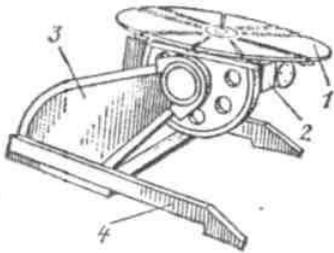
С учетом представленного материала и индивидуального задания изучить:

- оборудование для перемещения свариваемых изделий;
- научиться выбирать нужный тип оборудования;
- научиться пользоваться справочной литературой;
- ответить на контрольные вопросы.

Для механизации основных и вспомогательных операций применяют манипуляторы, позиционеры, кантователи, роликовые стенды, конвейеры и другие устройства.

4.1 Манипуляторы предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение путём поворота их вокруг вертикальной, горизонтальной и наклонной осей, а также для вращения со сварочной скоростью. Область применения - автоматическая и полуавтоматическая сварка.

В общем случае манипулятор состоит из сварно-литого корпуса 3, установленного на опорные лапы 4 поворотного стола 2 с планшайбой 1 и механизмом вращения - рисунок 1.



Планшайба манипулятора-круглая, имеет Т-образные пазы для крепёжных болтов. Крепление изделий производят непосредственно на планшайбе манипулятора болтами.

Рисунок 1 - Манипулятор М-1

Манипулятор подбирают по трем параметрам свариваемых изделий: по массе, расстоянию от центра тяжести до опорной плоскости планшайбы  $H$  и расстоянию от центра тяжести до оси вращения  $l$  - рисунок 2.

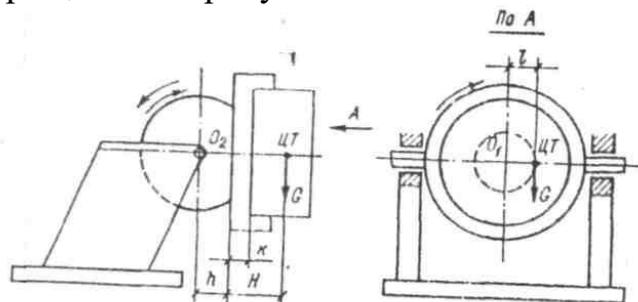


Рисунок 2 - Расчетная схема манипулятора Момент относительно оси вращения  $Q_1$ :

$$M_1 = G \cdot l,$$

где  $G$  - сила тяжести и вес крепёжных приспособлений;

$l$  - плечо, кратчайшее расстояние от центра тяжести до оси вращения.

Момент относительно опорной плоскости планшайбы:

При подборе и разработке манипулятора допустимый момент на оси шпинделя  $M_{доп}$  должен быть не меньше момента  $M_1$ , необходимого для вращения изделий, тогда:

$$G \cdot l \leq M_{доп}.$$

$$M_2 = G \cdot H,$$

где  $H$  - высота расположения центра тяжести над опорной плоскостью планшайбы.

При расположении изделия непосредственно на планшайбе  $H$  равно высоте центра тяжести изделия над его опорной плоскостью. Если изделие крепится через промежуточное приспособление, то в величине  $H$  должна учитываться высота этого приспособления  $h$ .

В паспортах манипулятора, разработанных до 1965г., указан момент относительно оси наклона на  $Q_2$ :

$$M_2' = G \cdot (H + h) = G \cdot H + G \cdot h = M_2 + G \cdot h$$

Необходимо, чтобы  $M_2' \geq G(H + h)$ .

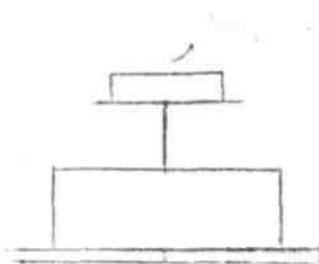
Разновидности манипулятора смотреть в литературе /3, с.119/.

4.2 Позicionеры в отличие от манипуляторов не рассчитаны на вращение изделия со сварочной скоростью. Предназначены только для установки и поворота изделия в удобную для сварки позицию. Поворот изделия можно осуществлять относительно двух взаимно перпендикулярных плоскостей.

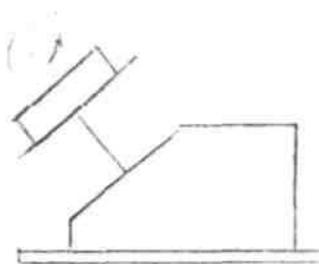
Позicionеры применяют для сварки рамных, корпусных и других изделий.

4.3 Вращатели предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение путём поворота их вокруг постоянной оси, а также вращения их со сварочной скоростью при автоматической и полуавтоматической сварке. Это упрощенные манипуляторы, в которых отсутствует механизм наклона; ось вращения занимает постоянное положение.

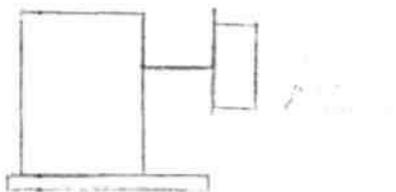
Вращатели различают по назначению, расположению оси вращения; числу стоек. Аналогично манипуляторам вращатели могут иметь либо регулируемую сварочную и маршевую скорость, либо только маршевую. Ось вращения может быть расположена вертикально, наклонно, горизонтально - рисунок 3. Смотрите литературу /3, с. 123-125/.



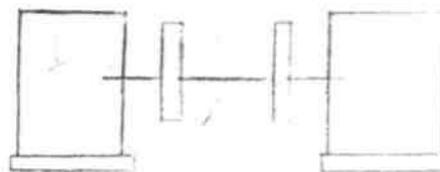
аа.) вращатель с вертикальной осью



б) вращатель с наклонной осью



в.) вращатель одностоечный с горизонтальной осью



г) вращатель двухстоечный с горизонтальной осью

Рисунок 3 Вращатели

Кантователи предназначены для установки изделий в удобное для сварки положение путём поворота их вокруг горизонтальной оси.

Кантователи различают по конструктивному исполнению и по количеству движений.

По конструктивному исполнению кантователи бывают:

- двухстоечные (двухстоечные с подъемными центрами);
- кольцевые;
- цепные;
- рычажные;
- домкратные;
- челночные;
- книжные;
- с поворотной рамой.

По количеству изделий - обеспечивающие только поворот изделия вокруг постоянной оси или с подъемом, либо горизонтальным перемещением изделия.

Смотрите литературу /3, с. 126 и т.д./.

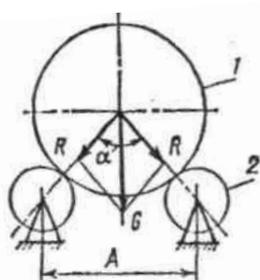
4.5 Роликовые стенды предназначены для вращения цилиндрических, конических и сферических изделий с маршевой скоростью - при сборке и сварке продольных швов, а также со сварочной скоростью при различных видах сварки кольцевых швов. Роликовые стенды с маршевой скоростью применяют также при отделке и контроле.

Роликовые стенды состоят из роlikоопор - приводных и холостых - и секций, в секцию входят две роlikоопоры, расположенные по обе стороны от продольной оси стенды, смонтированные на одной раме. Компоновка стендов зависит от массы, размеров и Формы вращаемых изделий. При необходимости частой переналадки стенда применяют применяют секции на колёсах или на направляющих рельсах.

Определение числа опор и расстояния между ними производят по следующей схеме - рисунок 4.

Расстояние  $A$  между роlikоопорами по ширине стенда определяется в зависимости от диаметра; изделия так, чтобы центральный угол составлял  $55^{\circ}$ - $115^{\circ}$ .

Расстояние между опорами по длине стенда зависит от числа опор и длины изделия.



- 1 - изделие;
- 2 - роликоопора

Рисунок 4 - Схема распределения нагрузок в роликовом стенде

Число опор рассчитывают по допускаемой нагрузке на одну опору. Раскладывая вес изделия на радиальные составляющие, получили:

$$R = \frac{G}{n * \cos \alpha / 2}$$

- Где R – радиальная нагрузка на одну опору, Н;
- G – вес изделия, Н;
- n – число роликоопор стенда;
- α – центральный угол.

Полученная величина не должна превышать наибольшую допускаемую радиальную нагрузку на роликоопору. При определении числа роликоопор необходимо учитывать жесткость изделия. Если изделие обладает достаточной прочностью и жесткостью и не возникает опасность его деформации, то стремятся максимально увеличить расстояние между опорами и сократить их число до четырех, т.к. при этом значительно облегчается обслуживание стенда, возможность доступа к изделию в любом месте и т.д.

Стенды могут компоноваться из роликоопор, смонтированных на общей раме стенда, либо из отдельных секций. При размещении на общей раме может быть несколько схем расположения:

Схема 1. Стенд с двумя рядами роликоопор: один ряд – ведущий, другой – холостой. Ведущие ролики насажены на общий приводной вал. Эта схема удобна для длинных изделий при необходимости установки большого числа опор. Недостаток схемы – загромождение рабочего места, затрудненный доступ к изделию, невозможность вращения изделия с выступающими частями.

Для таких изделий, а также для изделий с центром тяжести, смещенным от оси вращения, применяют схему 2.

Схема 2. Стенды с приводными роликоопорами, расположенными с обеих сторон от продольной оси стенда, соединенными между собой поперечными соединительными валами.

Роликоопоры балансирующего типа имеют большую грузоподъемность благодаря увеличению в 2 раза числа роликов в одной опоре – рисунок 5.

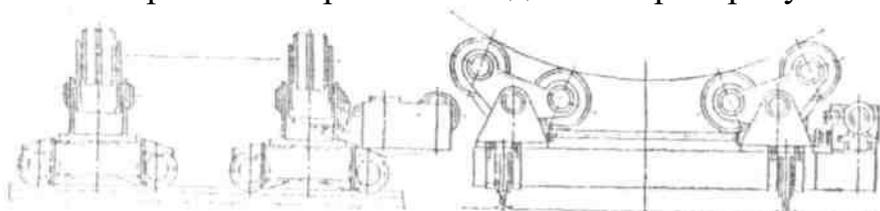


Рисунок 5 – Передвижная балансирующая роликоопора

Эти опоры обеспечивают большой диапазон диаметров свариваемых изделий без перестановки опор: уменьшают давление на стенки изделия, что важно при сварке тонкостенных обечаек.

Для увеличения сцепления с изделием во избежание пробуксовки ролики сварочных стенов снабжены резиновыми шинами.

Для сварки угловых швов «в лодочку» применяют наклоняемые роликовые стенов, имеющие два движения – кроме вращения еще и наклон. Они пригодны для сравнительно коротких изделий и имеют наклон до 45°. Для удержания изделия при наклоне стенов оборудованы специальными упорными роликами, расположенными с торцевой стороны изделия.

При необходимости перемещения изделия вдоль оси стенов применяют передвижные роликовые стенов – на тележках.

### **Контрольные вопросы**

- 6.1 Что относится к оборудованию для перемещения свариваемых изделий?
- 6.2 Перечислите основные типы манипуляторов
- 6.3 Перечислите основные параметры манипуляторов
- 6.4 Что такое позиционеры? Их назначение
- 6.5 Для чего предназначены вращатели? Чем они отличаются от манипуляторов?
- 6.6 Перечислите основные типы кантователей и их назначение
- 6.7 Для чего предназначены роликовые стенов?
- 6.8 Перечислите основные схемы компоновки роликовых стенов
- 6.9 Перечислите основные типы роликовых опор и секций