

## АНОТАЦИЯ

В данном дипломном проекте спроектирована горизонтальная емкость и разработана технология ее изготовления.

При проектировании горизонтальной емкости проведены расчеты толщины стенок обечаек и днищ, рассчитан узел крепления люка для планового обслуживания резервуара, рассчитаны напряжения в швах и подобран их катет.

Для сварки резервуара выбрана автоматическая сварка в защитных газах.

Для сборочно-сварочных операций разработана установка для сварки листового проката, подобрана установка для сварки продольного шва обечайки, а также спроектированы установки для сварки кольцевых швов и вварки днищ.

Благодаря автоматизации сварочных и сборочно-сварочных операций достигаем значительного снижения технологического времени, улучшения условий труда и увеличение экономической эффективности производства.

Обоснование экономической целесообразности внедрения данной технологии приведено в экономическом разделе.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					<i>Проектирование и разработка технологии изготовления сварной горизонтальной емкости. Пояснительная записка</i>	Лит.	Лист.	Листов
Пров.							1	
Реценз.								
Н. Контр.								
Утв.								

## ZUSAMMENFASSUNG

In dieser Diplomarbeit wird ein Behälter projektiert und Technologie für die Zusammenbau und Schweißen ausgearbeitet.

Diese Technologie wird mit Hilfe von der automatische und halbautomatische Schweißen im Schutzgas durchgemacht.

Für die Realisierbarkeit dieser Aufgabe wird eine Anlage projektiert, mit deren Hilfe der Schweißprozess abgelaufen.

Dank dieser Änderung wird die technologische Zeit verkleinert.

Diese Technologie ist wirtschaftlich gerechtfertigt.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	Лист.
					2

## СОДЕРЖАНИЕ

АНОТАЦИЯ	1
СОДЕРЖАНИЕ	3
ВВЕДЕНИЕ	5
1 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕЗЕРВУАРА	6
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	15
2.1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ	15
2.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА	16
2.3 ТЕХНИКА СВАРКИ	21
2.4 РАСЧЕТ РЕЖИМА СВАРКИ	24
2.5 ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	27
2.6 ВЫБОР ТИПА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РАЗМЕРОВ И ПОДГОТОВКИ КРОМОК	28
2.7 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СВАРКИ	32
2.8 РАСЧЕТ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ОБЕЧАЙКИ	38
3 ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ	39
4 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ И СВАРКИ РЕЗЕРВУАРА	42
Последовательность и техника сварки	42
Технология изготовления	44
5 КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ	47
Установка для сварки стыковых швов	48
Установка для сварки продольного шва обечайки	49
5.1 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ	52
Расчет пневмоприжимов	52
Расчет пневмошлангового прижима	53
6 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	54
Аттестация технологии сварки:	54
Контроль качества во время и после монтажа:	55
7 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	60
7.1 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ ИЗДЕЛИЯ	63
7.2 ЗАТРАТЫ НА ОСНОВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ:	63
7.3 Затраты на сварочные материалы	65
7.4 Затраты на электроэнергию	67
Затраты на заработную плату рабочих	68
Амортизационные отчисления на оборудование	69

						Лист.
						3
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Затраты на текущий ремонт и техническое обслуживание оборудования	71
Затраты, связанные с удержанием и амортизацией площади здания, которую занимает оборудование	71
Определение экономической эффективности проектного решения	74
8 ОХРАНА ТРУДА	76
8.1 СРЕДСТВА И МЕРОПРИЯТИЯ УЛУЧШЕНИЯ УСЛОВИЙ ТРУДА	77
8.2 ТРЕБОВАНИЯ К ЦЕХОВОМУ ПОМЕЩЕНИЮ	85
8.3 СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ	86
8.4 НОРМАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ	86
8.5 РАСЧЕТ МЕСТНОЙ ВЫТЯЖКИ	87
9 ВЫВОДЫ	88
10 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	89
11 ПРИЛОЖЕНИЯ	90

						Лист.
						4
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

## ВВЕДЕНИЕ

Тема дипломного проекта - проектирование и разработка технологии изготовления горизонтального резервуара, \*\*\*\*\*.

Горизонтальные резервуары используются, как правило, для хранения разного рода жидких продуктов.

Для производства емкости внедряем высокотехнологические способы сварки: для сварки прямолинейных и кольцевых швов применяем автоматический способ сварки, а для криволинейных и коротких - механизированную сварку.

Одновременно с внедрением данных способов сварки, для большей эффективности новой технологии, мы применяем сборочно-сварочную оснастку оснащенную быстродействующими прижимами. Проектируем установки для сборки и сварки листов-заготовок обечайки, сварки продольного шва обечайки, сборки и сварки кольцевых швов, и вваривания днищ.

Для обеспечения стабильного качества продукции и уменьшения количества брака на выходе процесса изготовления резервуара разрабатываем схему обеспечения качества.

						Лист.
						5
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ РЕЗЕРВУАРА

**Задача:** Рассчитать горизонтальный резервуар объемом  $75\text{м}^3$ , который работает под давлением  $0,2\text{МПа}$ . (рис. 1.1.) Резервуар состоит из обечаяк (1), ревизионного люка (2) и патрубка (3).

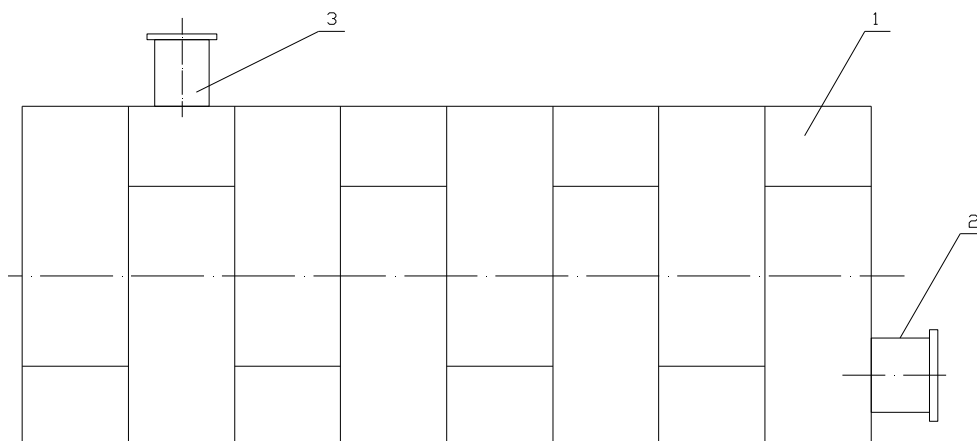


Рис. 1.1. Эскиз горизонтального резервуара.

Горизонтальные цилиндрические резервуары устанавливаются, в большинстве случаев, на опорах и рассчитываются как **\*\*\*\*\*** под действием равномерно распределенной нагрузки.

В стенке обечайки образуются напряжения как от **\*\*\*\*\***, так и в следствие **\*\*\*\*\***  $\sigma_r$ .

Материал из которого изготавливается резервуар выбираем из конструкционных сталей обычного качества, поскольку резервуар не эксплуатируется при высоком давлении, и к нему не предъявляются специфические требования. Поэтому останавливаемся **\*\*\*\*\*** при температурах от  $-40$  до  $+40^\circ\text{C}$  [1].

									Лист.
									6
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

## Расчет резервуара

Предварительно определяют толщину стенки отдельно по каждой составляющей напряженного состояния по формулам:

$$\delta_k = \frac{pR}{[\sigma]^{CB}}; \delta_n = \frac{pR}{2[\sigma]^{CB}}; \delta_m = \frac{ql^2}{8\pi R^2 [\sigma]^{CB}}.$$

Поскольку давление  $p$  от веса жидкости, как правило, очень мало, то определение толщины стенок на основании этой формулы приводит к **\*\*\*\*\***. (Резервуары с такими стенками не имеют достаточной **\*\*\*\*\***, поэтому расчетные давления определяются в соответствии специальным техническим указаниям.) Назначается наибольшее значение толщины. После этого делают проверку прочности стенки с учетом всех составляющих напряженного состояния:

$$\sqrt{\sigma_k^2 + (\sigma_n + \sigma_m)^2} - \sigma_k(\sigma_n + \sigma_m) \leq [\sigma]$$

### 1. Определяем размеры резервуара.

Диаметр определяем исходя из **\*\*\*\*\***. Поскольку пояс обечайки изготавливается из **\*\*\*\*\*** листа, то:

$$D = \frac{1}{\pi} \frac{1,5 \cdot 1_{л}}{3,14} = \frac{1,5 \cdot 6000}{3,14} = 2866,24 \text{ мм} \approx 2,86 \text{ м}.$$

Тогда длина цилиндрической части резервуара:

**\*\*\*\*\***

### 2. Определяем количество листов из которых составляется цилиндрическая часть резервуара:

$$\text{*****} = 8,34 \text{ шт.}$$

						Лист.
						7
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем количество обечаек 8 шт.

### 3. Определяем толщину обечайки по формуле:

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

Принимаем толщину обечайки = 4 мм

### 4. Определяем напряжение:

$$\sigma_{\kappa} \frac{pR}{\delta} \frac{0,2 \cdot 1,43}{0,004} = 71,5 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\Pi} \frac{pR}{\delta} \frac{0,2 \cdot 1,43}{2 \cdot 0,004} = 35,75 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{м}} \frac{ql^2}{8\pi R^2 \delta} = \frac{\gamma V/L \cdot l^2}{8\pi R^2 \delta} =$$
$$= \frac{10000 \cdot 75 / 11.68 \cdot 11.68^2}{8 \cdot 3.14 \cdot 1.43^2 \cdot 0,004 \cdot 10^6} = 0,0023 \text{ МПа}$$

						Лист.
						8
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		



5. Проверяем прочность стенки обечайки:

$$\sqrt{\sigma_k^2 + (\sigma_{II} + \sigma_M)^2 - \sigma_k(\sigma_{II} + \sigma_M)} = \sqrt{71,5^2 + 35,75^2 - 71,5 \cdot 35,75} \quad 61,92 \leq [\sigma]^{3B}$$

Прочность обеспечена.

6. Из технологических соображений толщину плоского дна выбираем равной толщине обечаек.

7. Проверяем прочность обечайки на случай вакуума ( $p=0,1$  МПа).

Для данного случая условие прочности имеет вид: \*\*\*\*\*

7.1. Определяем напряжение:

\*\*\*\*\*;  $\sigma_M = 0,0023$  МПа (п. 3.)

7.2. Определяем значение критических напряжений при  $0,5 \leq \frac{L}{R} \leq 10$  по формуле: \*\*\*\*\*

$$\sigma_p^{кр} = 0,55 \cdot 2 \cdot 10^5 \left( \frac{1,43}{11,68} \right) \left( \frac{0,004}{1,43} \right)^{3/2} = 2,05 \text{ МПа};$$

$$\sigma_M^{кр} = \frac{cE\delta}{R} (1+0,1a) \frac{0,12 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0,004}{1,43} = 67,13 \text{ МПа} =$$

Где  $\alpha = 1 - \frac{\sigma^1}{\sigma}$ ,  $\sigma$  - наибольшее \*\*\*\*\*;  $\sigma^1$  - соответствующие напряжения из противоположного конца диаметра образующей. В нашем случае  $\sigma^1 = \sigma$ , т.е.  $\alpha = 0$  а  $c = 0,12$  (табл. ).

7.3. Определяем прочность:

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_p^{кр}} + \frac{\sigma_M}{\sigma_M^{кр}} \leq 1 = \text{*****}$$

						Лист.
						9
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Условия стойкости прочности не обеспечиваются.

Пересчитываем зависимость для толщины стенки  $\delta = 12$  мм.

$$\sigma_m = \frac{ql^2}{8\pi R^2 \delta} = \frac{\gamma V/L \cdot l^2}{8\pi R^2 \delta} = \frac{10000 \cdot 75/11.68 \cdot 11.68^2}{8 \cdot 3.14 \cdot 1.43^2 \cdot 0.012 \cdot 10^6} = 0,000076 \text{ МПа} =$$

$$\sigma_p = \frac{pR}{\delta} = \frac{0,1 \cdot 1,43}{0.012} = 11.91 \text{ МПа} =$$

$$\sigma_p^{kp} = 0,55 \cdot 2 \cdot 10^5 \left( \frac{1,43}{11,68} \right) \left( \frac{0,012}{1,43} \right)^{3/2} = 10.35 \text{ МПа};$$

$$\sigma_m^{kp} = \frac{cE\delta}{R} (1 + 0.1a) = \frac{0.12 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0.012}{1.43} = 201.4 \text{ МПа} =$$

$$\frac{\sigma_p}{\sigma_p^{kp}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_m^{kp}} \leq 1 = \text{*****}$$

Условия прочности обечайки для толщины 12 мм не обеспечиваются.

Пересчитываем зависимость для толщины стенки  $\delta = 14$  мм.

$$\sigma_m = \frac{ql^2}{8\pi R^2 \delta} = \frac{\gamma V/L \cdot l^2}{8\pi R^2 \delta} = \frac{10000 \cdot 75/11.68 \cdot 11.68^2}{8 \cdot 3.14 \cdot 1.43^2 \cdot 0.012 \cdot 10^6} = 0,000065 \text{ МПа} =$$

\*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

$$\sigma_m^{kp} = \frac{cE\delta}{R} (1 + 0.1a) = \frac{0.12 \cdot 2 \cdot 10^5 \cdot 0.014}{1.43} = 234,96 \text{ МПа}$$

$$\text{*****} = \frac{10,21}{13,05} + \frac{0.000065}{234,96} = 0.78$$

						Лист.
						10
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

Условие прочности обечайки обеспеченна.

### Днища резервуара.

Для данного резервуара используем элементы плоской формы.

Плоские днища - тонкие пластины круглого очертания, закрепленные по периметру и нагруженные равномерно по поверхности давлением (рис. 1.2).

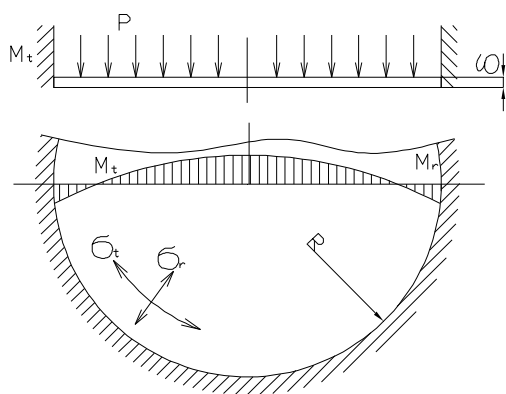


Рис.1.2. Схема кольцевых  $M_t$  и радиальных  $M_r$  моментов плоских днищ.

В пластине под давлением  $p$  возникают кольцевые  $M_t$  и радиальные  $M_r$  моменты, максимальное значение которых \*\*\*\*\*:

$$M_t^{\max} = M_r^{\max} = K \cdot pR^2$$

Где  $K$  - коэффициент, который зависит от \*\*\*\*\*

Для данного резервуара выбираем соединение изображенное на рис. 1.3.

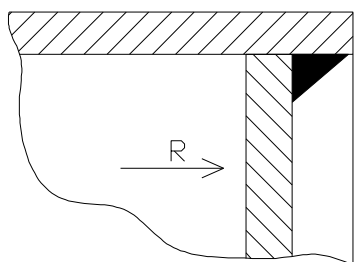
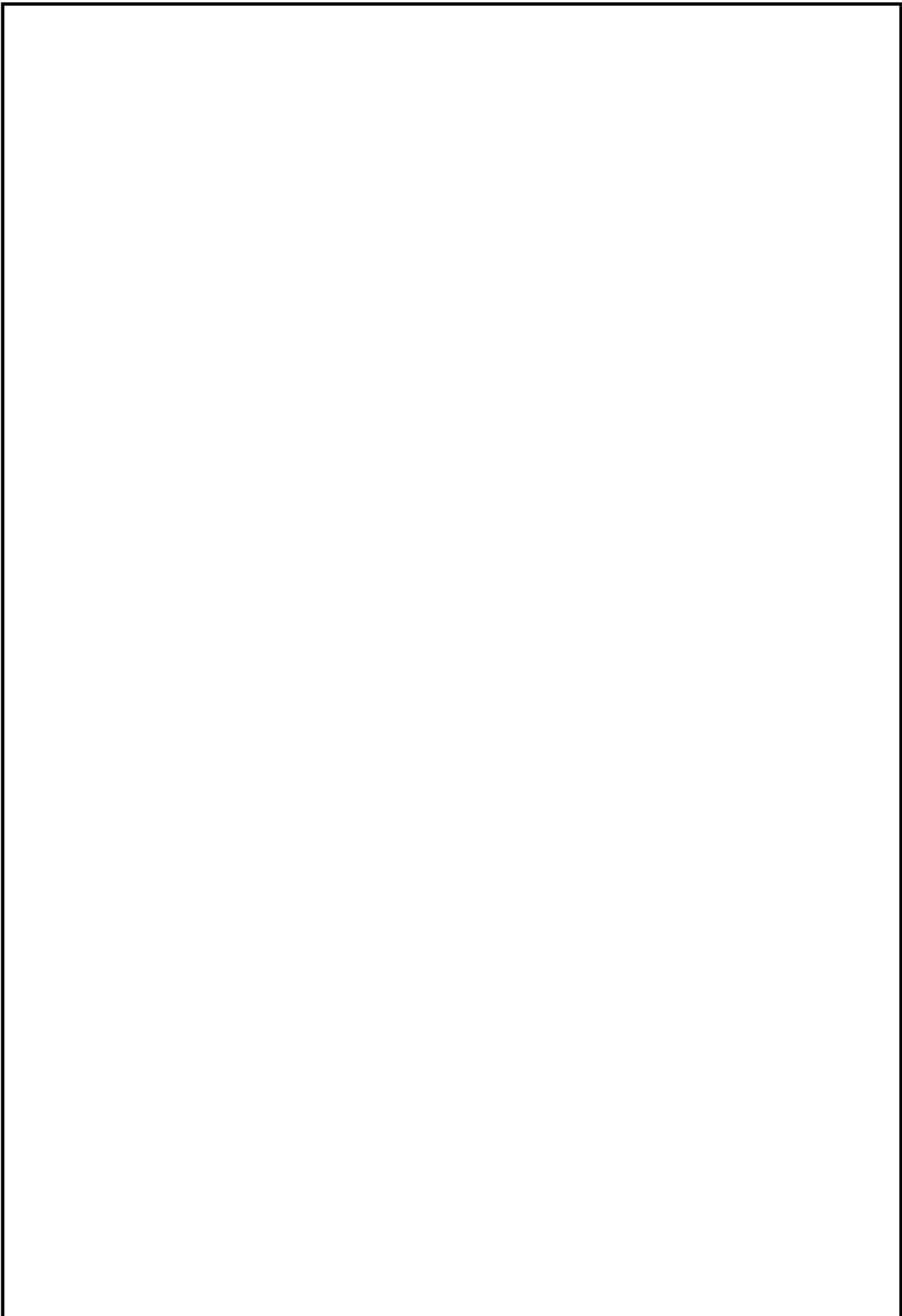


Рис. 1.3. Тип соединения.

						Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		11



Изм.						

## 9. Проверка прочности сварных соединений.

Прочность стыковых (продольных швов) обеспеченна, поскольку толщина стенки \*\*\*\*\*. Проверке подлежат соединения внакладку поясов между собой и днищ с обечайкой.

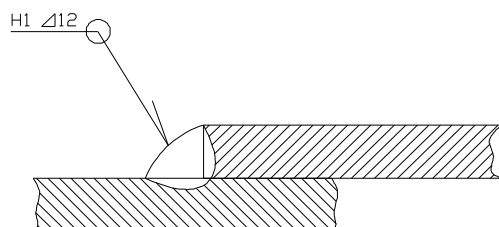


Рис. 1.4. Соединение обечаек .

10.1. Сила, которая действует в швах:

$$S = ***** = 1230 \text{ кН}$$

10.2. Определяем напряжение в швах:

$$\tau = \frac{S}{2\beta K 2\pi R} ***** 8,15 \text{ МПа} < 96 \text{ Мпа.}$$

Условие прочности сварных швов выполняется.

										Лист.
										13
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ

Изделие - резервуар, предназначен для хранения жидкости (химически нейтральной) под давлением 0,2 Мпа.

Резервуар представляет собой сосуд, который состоит из обечаек (1) – 9 шт, диаметром 2,86 м; двух днищ (2), и патрубка (3) диаметром 350 мм.

#### Условия работы резервуара

Резервуар работает под давлением 0,2 Мпа, при нормальных температурах от -20 до +40°С. Нагрузка на стенки корпуса - статическая.

Химическая среда - неактивная, скорость движения жидкости относительно внутренней поверхности - невысока. Поэтому трением, которое возникает между частицами жидкости и стенками корпуса резервуара можно пренебречь.

Наиболее опасный фактор, \*\*\*\*\*.

Конструкция относится к ответственным, поскольку \*\*\*\*\*.

						Лист.
						14
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

Из справочника [2] выясняем химический состав основного металла (сталь ВСтЗсп ГОСТ 1030 -74)

Химический состав ВСтЗсп

Таблица 2.1.

Марка стали	содержание химических элементов, %							
	C	Mn	Si	Cr	Cu	Ni	S	P
*****	***	***	***	***	***	***	0.05	0.04

### Химические свойства

Исходя из химического состава, \*\*\*\*\* относится к \*\*\*\*\* (суммарное количество легирующих элементов <5%). Класс стали \*\*\*\*\* , химически активных элементов в составе данной стали не содержится.

### Свариваемость перлитных сталей

Общие проблемы, которые могут возникать при сваривании сталей перлитного класса:

1. Поры.

Причины, которые могут их вызвать:

\*\*\*\*\*

Также источником \*\*\*\*\* является ржавчина ( $Fe_3O_4 \cdot nH_2O$ ), масло (углеводные  $C_nH_m$ ), что могут присутствовать в зоне сварки).

									Лист.
									15
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

## Способы предотвращения образования пор :

- \*\*\*\*\*
- Введение в сварочную \*\*\*\*\*
- Технологические \*\*\*\*\*
- \*\*\*\*\*
- Прожаривание электродов, флюсов.
- Уменьшение \*\*\*\*\*.

## 2. Горячие трещины.

Для сталей этой группы типично \*\*\*\*\*

При образовании легкоплавкой эвтектики \*\*\*\*\*.

Для предотвращения этого вводят \*\*\*\*\* и жидкие прослойки не образуются.

\*\*\*\*\*

Для предотвращения возникновения \*\*\*\*\* ( $opt \varphi_n$ ) должен быть:  $\varphi_n \geq 1.3$ .

Горячие трещины могут образовываться из-за повышенного \*\*\*\*\* . Способность материала к образованию горячих трещин можно определить по формуле: \*\*\*\*\*

Элементы, которые находятся в числителе \*\*\*\*\*.

\*\*\*\*\*

## 3. Охрупчивание сварных соединений.

									Лист.
									16
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					



Переходить в хрупкое состояние \*\*\*\*\*.

Для предотвращения охрупчивания в сталях ограничивают содержание \*\*\*\*\* < 0.05%.

К охрупчиванию склонны кипящие стали (Вст2кп, Вст3кп, 10кп, 20кп).

4. Обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом.

Механические свойства металла шва и сварного соединения зависят от \*\*\*\*\*.

Чем больше содержание углерода в металле, тем \*\*\*\*\*.

Легирование марганцем или кремнием \*\*\*\*\*.

### Определение свариваемости

Проверяем возможность образования холодных трещин \*\*\*\*\*

Проверяем склонность металла шва к возникновению \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

### Механические свойства

\*\*\*\*\*

Механические свойства ВСт3сп

Табл.2.2.

Марка стали	Временное сопротивление разрыва (В, кг/мм <sup>2</sup> )	Граница текучести (Т, кг/мм <sup>2</sup> )	Относительное удлинение (δ, %)
ВСт3сп	Не менее		
	45	25	26

## 2.3 ТЕХНИКА СВАРКИ

### Рекомендации по режимам и технике сварки

Детали перед сваркой \*\*\*\*\*.

#### Технические условия на изготовление резервуару

Смещение кромок:

На продольных швах 10% от толщины стенки;

На кольцевых швах 20% от толщины стенки;

Кромки зачищаются на ширину не менее 20 мм. Подготовленные кромки подлежат визуальному осмотру для выявления возможных дефектов. Не допускаются трещины, расслоение и т.п...

Все сварные швы подлежат клеймению. Это позволяет установить сварщика, который выполнял эти швы.

\*\*\*\*\*

Зазоры и углы разработки кромок, подготовленных под сварку должны отвечать требованиям конструкторской документации, ГОСТам и общим требованиям к качеству.

Непосредственно перед сваркой кромки деталей и примыкания поверхности должны быть зачищены от краски, смазочных материалов, ржавчины, при необходимости просушены от влаги.

						Лист.
						18
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

## 2.4 РАСЧЕТ РЕЖИМА СВАРКИ

### Выбор способа сварки

Для сварки данной конструкции выбираем способ сварки из основных способов:

- ручная дуговая сварка (Е);
- механизированная и автоматизированная в CO<sub>2</sub> (УП);
- автоматическая под флюсом (Ф);

Основные факторы, которые непосредственно влияют на процесс сварки:

- химический состав материала;
- толщина;
- положение при сварке;
- конфигурация и длина швов;

Кроме основных выше перечисленных факторов на выбор способа сварки влияют такие факторы, как программа выпуска изделия и тип производства.

Проанализируем данные факторы: первый фактор - сварочный материал Сталь \*\*\*\*\*.

Для этого материала из предложенных способов подходят все способы, поскольку \*\*\*\*\*).

									Лист.
									19
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблица 2.3.

Способ сварки	Целесообразность использования
Ручная сварка штучным электродом (Е)	*****
Механизированная и автоматизированная в CO <sub>2</sub> (УП)	*****
Автоматическая под флюсом (Ф)	*****

Второй фактор - толщина свариваемого материала ( $S=12$  мм).

Для данной толщины целесообразно использовать такие способы сварки: \*\*\*\*\*Таблица 2.4.

Способ сварки	Целесообразность использования
Ручная сварка штучным электродом (Е)	*****
механизированная и автоматизированная в CO <sub>2</sub> (УП)	*****
автоматическая под флюсом (Ф)	*****

Третий фактор - положение сварки, программа выпуска, конфигурация швов.

Сварка данной конструкции происходит в заводских условиях \*\*\*\*\*

\*\*\*\*\*

Для сварки этих швов выбираем автоматическую сварку в CO<sub>2</sub>.

### 3 ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Основной металл - \*\*\*\*\* материал с низкой химической активностью. \*\*\*\*\*

Требования к чистоте CO<sub>2</sub> (ГОСТ 8050–64). Таблица.2.5.

Компонент		1-й сорт
Двуокись углерода, %, не менее		99.5
Водной пар	При нормальных температурах и давлении, об. %, не более	0.178
	По точке росы, 0 °С, не выше	34

Сварочный углекислый газ не должен содержать более 1% \*\*\*\*\*.

#### Выбор сварочной проволоки

Выбираем сварочную проволоку для дуговой сварки в CO<sub>2</sub>.

Для сварки материала ВстЗсп выбираем провод с аналогичной группы сталей. \*\*\*\*\*

Химический состав сварочной проволоки. Таблица.2.6.

проволока	содержание химических элементов, %						
	C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P
Св-*****	*	*	*	*	*	*	*
	*****	*****	*****	*****	*****	*****	*****

#### 3.1 ВЫБОР ТИПА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, РАЗМЕРОВ И ПОДГОТОВКИ КРОМОК

Для стыковых швов выбираем \*\*\*\*\* . Выбираем С17 (рис. 2.1.).

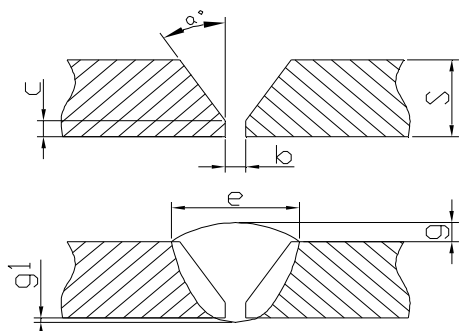


Рис.2.1. Конструктивные элементы соединения С17 (ГОСТ 14771-76).

Размеры соединения С17

Таблица 2.7.

Способ сварки	s = s1	b		c		E		g		α, град, ± 2°
		Ном.	Пред. откл.	Ном.	Пред. откл.	Ном.	Пред. откл.	Ном.	Пред. откл.	
уп	14,0	2,0	+ 1,0 - 2,0	2,0	+ 1,0 - 2,0	13	± 3,0	1,0	± 1	20

Для сварки швов внакладку выбираем соединение Н1 (ГОСТ 14771-76)

(рис.2.2.)

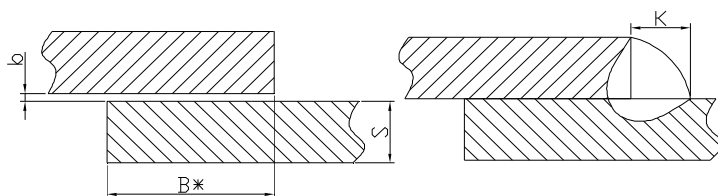


Рис.2.2. Конструктивные элементы Н1 (ГОСТ 14771-76).

Размеры соединения Н1

Таблица 2.8.

s	b	
	Ном.	Пред. откл.
6,0-20,0	0	+ 1,5

Для сварки шва, которым привариваются днища, выбираем угловое соединение

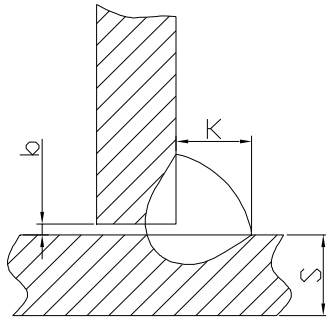


Рис.2.3. Конструктивные элементы Т1 (ГОСТ 14771-76).

Размеры соединения Т1

Таблица 2.9.

s	b	
	Ном.	Пред. откл.
6,0-20,0	0	+ 1,5

Как видим, размеры швов для данных двух соединений одинаковы, поэтому и режимы сварки для них будут так же одинаковы.

### 3.2 РАСЧЕТ РЕЖИМОВ СВАРКИ

Для данных соединений характерно \*\*\*\*\*.

**Стыковой шов:**

Находим площадь наплавленного металла (рис.2.4.)

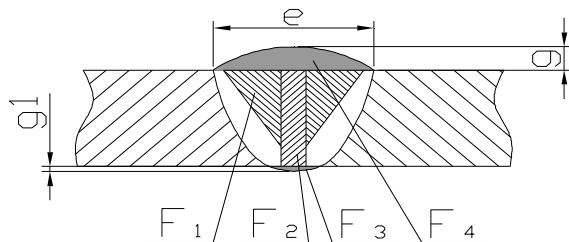


Рис. 2.5. Стыковой шов.

$$F_H = 2F_{H1} + F_{H2} + F_{H3} + F_{H3} = \text{*****} \text{ мм}^2$$

При выполнении швов в CO<sub>2</sub> \*\*\*\*\*:

\*\*\*\*\*

### диаметр электродной проволоки

Для корневого шва:

$$d_{\text{э.п.}} = K_d \text{*****} = (0.149 \dots 0.409) \text{*****} = \text{*****} \text{ мм}^2$$

Для заполняющих швов:

$$d_{\text{э.п.}} = K_d \text{*****} = (0.149 \dots 0.409) \text{*****} = \text{*****} \text{ мм}^2$$

Коэффициент K<sub>d</sub> выбираем в зависимости от положения шва и уровня автоматизации, для автоматической сварки в горизонтальном положении K<sub>d</sub> = 0.149...0.409.

\*\*\*\*\* Принимаем значение d<sub>э.п.</sub>=1.4 мм для корневого шва и d<sub>э.п.</sub>=2,0 мм для заполняющих швов.

### Вылет электродной проволоки:

\*\*\*\*\*

### Скорость сварки

Скорость сварки зависит от площади \*\*\*\*\* . При сварке в нижнем положении формула имеет вид:

$$V_{\text{св}} = \frac{\text{*****}}{F_{\text{нi}}}$$

						Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		24



Для корневого шва:

$$V_{\text{св}} = \frac{\text{*****}}{F_{\text{Hi}}} = \frac{\text{*****}}{12} = \text{*****} \frac{\text{мм}}{\text{с}} \left( \text{*****} \frac{\text{м}}{\text{час}} \right)$$

Для заполняющих швов:

$$V_{\text{св}} = \text{*****} \frac{\text{мм}}{\text{с}} \left( \text{*****} \frac{\text{м}}{\text{час}} \right)$$

### Скорость подачи электродной проволоки

Для корневого шва:

$$V_{\text{под}} = \text{*****} = \text{*****} \frac{\text{мм}}{\text{с}} \left( \text{*****} \frac{\text{м}}{\text{час}} \right)$$

Для заполняющих швов:

$$V_{\text{под}} = \text{*****} = \text{*****} \frac{\text{мм}}{\text{с}} \left( \text{*****} \frac{\text{м}}{\text{час}} \right)$$

### Сварочный ток

Для корневого шва:

$$I_{\text{св}}^{(+)} = \text{*****} = 1,4 * (\sqrt{\text{*****}} - 382) = \text{*****} \text{ А}$$

принимаем  $I_{\text{св}} = \text{*****} \text{ А}$

Для заполняющих швов:

$$I_{\text{св}}^{(+)} = d_{\text{э.п.}} * (\sqrt{\text{*****}} - 382) = \text{*****} \text{ А}$$

принимаем  $I_{\text{св}} = \text{*****} \text{ А}$

проверяем полученное значение сварочного тока:

$$I_{\text{св}} \leq \text{*****} \text{ А}$$

									Лист.
									25
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

$$I_{\text{св}} \leq \text{*****} \text{ А}$$

Значение величины сварочного тока в пределах допустимого.

### Напряжение сварки

Для корневого шва:

$$U_{\text{св}} = 14 + 0,05 * I_{\text{св}} = 14 + 0,05 * 300 = 29\text{В}$$

Для заполняющих швов:

$$U_{\text{св}} = 14 + 0,05 * I_{\text{св}} = 14 + 0,05 * 500 = 39\text{В}$$

### Расход защитного газа

Для заполняющих швов:

$$q_{\text{зг}} = \text{*****} = 0,24 \frac{\text{Л}}{\text{с}} \left( 14,4 \frac{\text{Л}}{\text{МИН}} \right)$$

Для корневого шва:

$$q_{\text{зг}} = \text{*****} = 0,35 \frac{\text{Л}}{\text{с}} \left( 21 \frac{\text{Л}}{\text{МИН}} \right)$$

### Расчет режима для углового шва (соединение внакладку и угловое соединение)

Находим площадь наплавленного металла (рис.2.5.)

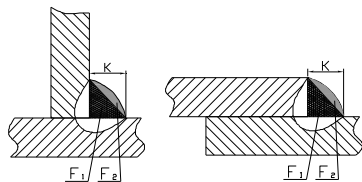


Рис. 2.5. Угловой шов.

\*\*\*\*\*

					Лист.
					26
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата	

### 3.3 РАСЧЕТ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ОБЕЧАЙКИ

$$***** = 0,21 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 4 ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

### Сварочный выпрямитель

Исходя из полученных данных выбираем источник тока, который отвечает выдвинутым к нему условиям: выбираем источник питания постоянного тока, с жесткой ВАХ, так как это необходимые условиями сварки в CO<sub>2</sub>.

Для рассчитанных параметров режимов сварки выбираем выпрямитель ВДУ-506.

Преимущества выпрямителей серии ВДУ:

- Надежное зажигание и стойкое горение дуги.
- Наличие термозащиты от перегрузки.
- \*\*\*\*\*
- Высокая надежность обмоточных узлов
- Класс изоляции "Н" по ГОСТу 8865-70

Характеристики выпрямителя ВДУ-506

Таблица 3.1

Параметр	ВДУ-506
Напряжение сети, В	3x380
Частота сети, Гц	50

Номинальный сварочный ток, А (ПВ %)	500(ПН=60%); 390(ПН=100%)
Границы регулирования сварочного тока, А	
Для жестких характеристик:	60-500
Для падающих характеристик:	50-500
Потребляемая мощность, кВа, не более	40
Напряжение холостого хода, В не более	85
Габаритные размеры, мм	820x620x1100
Масса, кг	300
Принудительное охлаждение (вентилятор)	+

### Сварочный автомат

Учитывая режимы сварки и характер производства выбираем автомат для сварки в CO<sub>2</sub> - А-1411м.

Технические характеристики А-1411      Таблица 3.2.

Параметр	А-1411
Номинальный режим работы (ПВ %)	60%
Диаметр проволоки, мм	2. 0-3.0
Скорость подачи проволоки, м/ч	50. 500
Скорость сварки, м/ч	12-240
Вертикальный ход, мм	500
Поперечная корректировка электрода, мм	±130
Габаритные размеры, мм	790x600x1410

										Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						28

Для приваривания крышки люка, используем полуавтомат ПДГ-502.

Технические характеристики ПДГ-502

Таблица 3.3.

Параметр	ПДГ-502
Диаметр проволоки, мм	1,2-2,0
Скорость подачи проволоки, м/ч	120-1200
Габаритные размеры, мм	470×296×260

										Лист.
										29
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

## 5 ТЕХНОЛОГИЯ СБОРКИ И СВАРКИ РЕЗЕРВУАРА

Данная конструкция состоит из обечаек, двух плоских днищ и трубного узла. Перед операциями \*\*\*\*\*.

### Последовательность и техника сварки

Первым этапом изготовления конструкции является \*\*\*\*\*. \*\*\*\*\*.  
После сварки продольного шва необходимо полностью \*\*\*\*\*.

Вторым этапом является сварка \*\*\*\*\*.

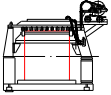
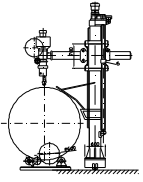
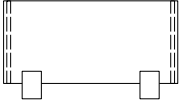
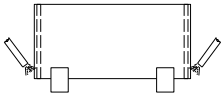
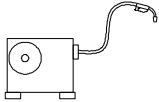
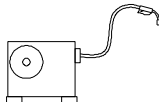

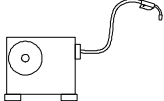
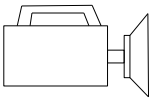
### Технология изготовления

На основе разработанной технологий составляем технологический процесс изготовления резервуара, который описан в (табл.4.1.).

Технологический процесс изготовления резервуара Табл.4.1.

№ п/п	Наименование операции	Условное изображение	Технологический переход
<b>Изготовление обечайки</b>			
30	*****		*****
40	Вальцовка		Выполнить вальцовку листа внешним диаметром 2,86м и 2,83м

									Лист.
									30
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

45	*****		Выполнить *****
75	*****		Установить *****
80	*****		Установить *****
85	*****		Выполнить *****
95	*****		Установить усиливающее *****
100	*****		Приварить *****
110	*****		Установить *****
115	*****		Приварить *****
120	*****		Зачистить *****

120	*****		Выполнить *****
125	Отделочная		Выполнить грунтование резервуара
130	Транспортная		Доставить изделие на склад готовой продукции



## 6 КОНСТРУКЦИОННЫЙ РАЗДЕЛ

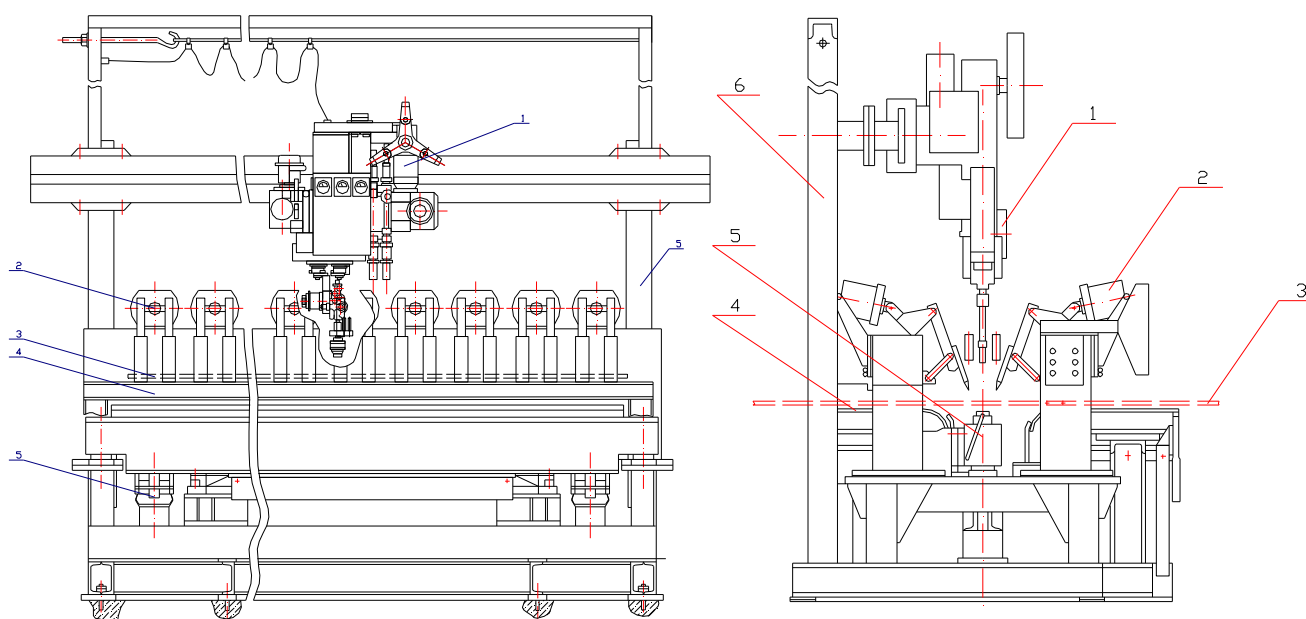
При конструировании установок пользуемся следующими принципами:

- Конструкция установки должна обеспечивать беспрепятственную и быструю установку и снятие изделия, доступ к месту сварки.
- Сложность приспособления и целесообразность его оснащения быстродействующими механизмами для автоматизации процесса определяется производственной программой выпуска продукции.

В серийном производстве целесообразно **\*\*\*\*\***.

### Установка для сварки стыковых швов

Для сварки стыкового шва, который соединяет два листа проектируем установку изображенную на (рис.5.1.).



									Лист.
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					33

Рис. 5.1. Установка для сварки стыковых швов.

Данная установка состоит из подвесной головки для сварки в защитных газах (1), которая перемещается \*\*\*\*\*

Порядок работы установки для сварки листов.

Листы (3) укладываются на \*\*\*\*\*.

### Установка для сварки продольного шва обечайки

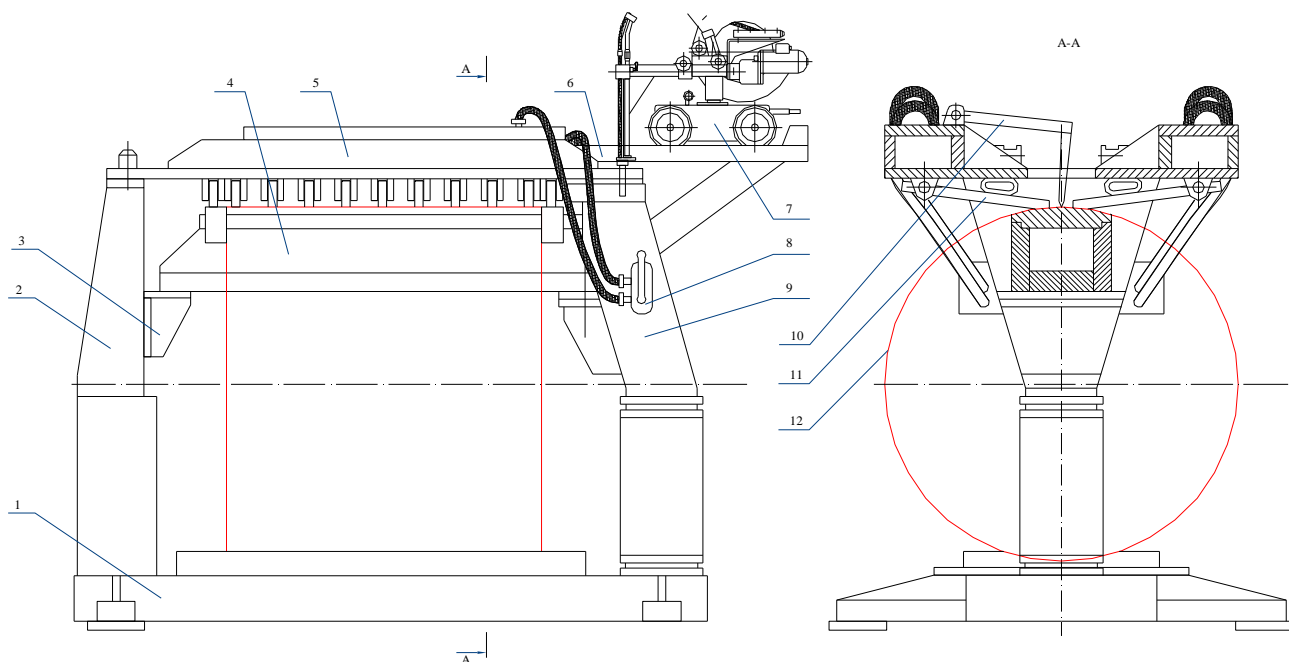


Рис. 5.2. Установка для сварки продольного шва обечайки.

Установка состоит из рамы (1) и поворотной \*\*\*\*\*.

## Установка для сварки кольцевых швов корпуса

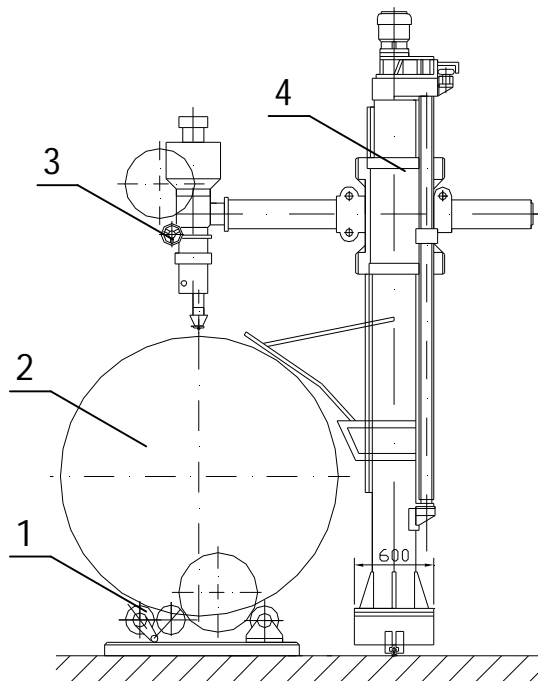


Рис. 5.3. Установка для сварки кольцевых швов корпуса

Установка для сварки кольцевых швов корпуса (рис. 5.3.) представляет собой роликовый стенд [1] \*\*\*\*\*

### 6.1 РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ОСНАСТКИ

Технические требования, предъявляемые к оснастке

Оснастка должна обеспечивать \*\*\*\*\* . Должна быть удобной в эксплуатации, не должно возникать \*\*\*\*\* , \*\*\*\*\* .

### Расчет пневмоприжимов

\*\*\*\*\*

						Лист.
						35
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата		

## 7 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

### Аттестация технологии сварки:

\*\*\*\*\*

### Контроль качества во время и после монтажа:

Объем контроля сварных соединений:

- Внешний(визуальный) осмотр - 100%
- \*\*\*\*\* - 100%
- \*\*\*\*\*
- \*\*\*\*\* - 80%

### Внешний осмотр

Визуальному измерительному контролю подлежат все сварные соединения данного сосуда с целью выявления в ней таких дефектов:

- несоответствие формы и размеров \*\*\*\*\*;
- смещений и общего отвода кромок \*\*\*\*\*;
- \*\*\*\*\*;
- \*\*\*\*\*;
- \*\*\*\*\*;
- \*\*\*\*\*
- \*\*\*\*\*

Перед визуальным контролем \*\*\*\*\*.

### Неразрушающий контроль

\*\*\*\*\*

									Лист.
									36
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

## Испытание изделия на герметичность

После сварки резервуар подлежит обязательному гидравлическому испытанию. Данный резервуар после монтажа подлежит грунтовке и покраске поверхности, поэтому гидравлическое испытание проводится лишь перед операцией отделки.

Рекомендуется провести гидравлическое испытание \*\*\*\*\*.

Считается, что сосуд выдержал гидравлическое испытание, если не выявлено:

- течи, трещин, потение в сварных соединениях и на основном металле;
- видимых остаточных деформаций;
- падение давления по манометру.

Величина пробного давления и результаты испытаний заносятся в паспорт сосуда, лицом, которое проводило эти испытания.

## Разработка схемы контроля качества

\*\*\*\*\*.

									Лист.
									37
Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

## 8 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					Экономическая часть	Лит.	Лист.	Листов
Пров.							38	
Реценз.								
Н. Контр.								
Утв.								

\*\*\*\*\*

									Лист.
									39
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата					

## 9 ВЫВОДЫ

В данном дипломном проекте была разработана технология сборки и сварки корпуса резервуара.

Был выбран и обоснован способ сварки;

Исходя из конструктивных особенностей конструкции, и выбранного способа сварки были спроектированы установки для сборки и сварки узлов корпуса. Также была сконструирована сварочная оснастка, и проведен расчет отдельных ее элементов;

Была выбрана методика расчета режимов сварки, и проведены по ней расчеты режимов сварки для все основных типов сварочных соединений;

Исходя из основного материала конструкции изделия были подобраны сварочные материалы;

Была разработана схема обеспечения качества, которая включает пооперационный контроль, и позволяет снизить количество брака на выходе готовой продукции. А также обеспечивает стабильность качества готовой продукции.

Целесообразность технологии была обоснована с помощью экономических расчетов, которые дают сравнение целесообразности базового и спроектированного способов изготовления корпуса.

Были учтены мероприятия по вопросам охраны труда и защиты окружающей среды.

										Лист.
										40
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						



## 10 СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология электрической сварки металлов и сплавов плавлением/ Под ред. академика Б. Е. Патона. - М.: Машиностроение, 1974.767с.
2. Сварка в машиностроении. Т. 3/ Под ред. доктора технических наук В. А. Винокурова. - М.: Машиностроение,1979.567с.
3. Сварка в машиностроении. Т. 4/ Под ред. доктора технических наук Ю. Н. Зорина. - М.: Машиностроение,1979.512с.
4. Справочник сварщика/ Под ред. доктора технических наук профессора В. В. Степанова. - М.: Машиностроение,1982.560с.
5. Дуговая сварка в защитных газах/ В. И. Оботуров. - М. Стройиздат. 1989.229 с.
6. Сопротивление материалов/ Под ред. акад. АН УССР Писаренко Г.С. - 5-е изд., перераб. и доп. - К.: Высшая шк. Главное изд-во, 1986. - 775 с.
7. Расчет и проектирование деталей машин/ Киркач И. Ф., Баласанян Р. А. - Х. Основа, 1991, 456 с.
8. Риморов Е.В. Новые сварочные приспособления/ - Л.: Будиздат, Ленин.изд,1988.- 125 с., ил.

										Лист.
										41
Изм	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата						

11 ПРИЛОЖЕНИЯ

									Лист.
									42
<i>Изм</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Прим.</i>
				<u><i>Документация</i></u>		
A1			<i>01.000B3</i>	<i>Общий вид</i>		
				<i>Сборочные единицы</i>		
A4		1	<i>01.001</i>	<i>Цилиндрическая часть</i>	1	
				<i>резервуара</i>	1	
A4		2	<i>01.002</i>	<i>Патрубок ввода</i>	1	
A4		3	<i>01.003</i>	<i>Патрубок ревизии</i>	1	
A4		4	<i>01.004</i>	<i>Днище</i>	2	
A4		5	<i>01.005</i>	<i>Кольцо усиливающие</i>	1	

					<i>01.000</i>					
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						
<i>Разраб.</i>					<i>Резервуар</i>					
<i>Провер.</i>								<i>Лист</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Реценз.</i>									1	1
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Утверд.</i>										

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Прим.</i>
				<i>Документация</i>		
<i>A1</i>			<i>000СВЗ</i>	<i>Общий вид</i>		
				<i>Сборочные единицы</i>		
<i>A4</i>		<i>1</i>	<i>02.001</i>	<i>Сборочный стол</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>2</i>	<i>02.002</i>	<i>Пневмоприжим</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>3</i>	<i>02.003</i>	<i>Портал</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>4</i>	<i>02.004</i>	<i>Подкладка подъемная</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>5</i>	<i>02.005</i>	<i>Упор</i>	<i>4</i>	
				<i>Стандартные изделия</i>		
				<i>Болт анкерный М22</i>	<i>8</i>	

					<i>02.000</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>					
<i>Разраб.</i>					<i>Установка для сварки стыковых швов листового проката</i>				
<i>Провер.</i>				<i>Лит.</i>				<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Реценз.</i>								<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Н. Контр.</i>									
<i>Утверд.</i>									

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Прим.</i>
				<i>Документация</i>		
<i>A1</i>			<i>03.000B3</i>	<i>Общий вид</i>		
				<i>Сборочные единицы</i>		
<i>A4</i>		<i>1</i>	<i>03.001</i>	<i>Двигатель привода</i>	<i>1</i>	
				<i>подъема консоли</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>2</i>	<i>03.002</i>	<i>Привод подъема консоли</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>3</i>	<i>03.003</i>	<i>Винт привода</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>4</i>	<i>03.004</i>	<i>Крепление консоли</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>5</i>	<i>03.005</i>	<i>Консоль</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>6</i>	<i>03.006</i>	<i>Гайка</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>7</i>	<i>03.007</i>	<i>Каретка</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>8</i>	<i>03.008</i>	<i>Штанга направляющая</i>	<i>1</i>	
<i>A4</i>		<i>9</i>	<i>03.009</i>	<i>Подвесная головка</i>	<i>1</i>	

					<i>03.000</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>					<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>						<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>							
<i>Утверд.</i>							
<i>Установка для сварки кольцевых швов</i>							

Формат.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Прим.
				<u>Документация</u>		
A1			04.000B3	Общий вид		
				Сборочные единицы		
A4		1	04.001	Рама	1	
A4		2	04.002	Стойка поворотная	1	
A4		3	04.003	Стойка стационарная	1	
A4		4	04.004	Кронштейн	1	
A4		5	04.005	Пневмоприжим	1	
A4		6	04.006	Направляющая	2	
A4		7	04.007	Нож установочный	1	
A4		8	04.008	Клавиша прижимная	3	
				Стандартные изделия		
A4				Трактор сварочный ТС-17М	1	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разраб.					Установка для сварки продольных швов обечаек	Лит.	Лист	Листов	
Провер.							1	1	
Реценз.									
Н. Контр.									
Утверд.									

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-во	Прим.
				<i>Документация</i>		
A1			<i>05.000B3</i>	<i>Общий вид</i>		
				<i>Сборочные единицы</i>		
A4		1	<i>05.001</i>	<i>Рама</i>	1	
A4		2	<i>05.002</i>	<i>Роликоопора</i>	4	
A4		3	<i>05.003</i>	<i>Горелка сварочная</i>	2	
A4		4	<i>05.004</i>	<i>Стойка для горелки</i>	2	
A4		5	<i>05.005</i>	<i>Привод роликов</i>	1	

<i>05.000</i>				
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>
<i>Разраб.</i>				
<i>Провер.</i>				
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Утверд.</i>				

		<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
			1	1

Установка для приварки днищ