

## АНОТАЦИЯ

В дипломном проекте разработана технология сборки и сварки цистерны для железнодорожных перевозок.

Для сварки продольных и кольцевых швов обечаек используется автоматическая сварка в Аг.

Рассчитаны режимы сварки, выбрано сварочное оборудование.

Спроектированы установки для сварки полотнищ с которых состоят обечайки, продольных швов обечаек, кольцевых швов и приваривания люка.

Внедрение в технологический процесс с приведенного выше сборочно-сварочного оборудования механизировало значительную часть процесс сов изготовления цистерны.

В экономическом разделе для новой технологии рассчитана технологическая себестоимость изделия и сравнена с ее базовой технологией изготовления. Также рассчитана экономическая эффективность проектного решения.

В разделе по охране труда проанализированы основные вредные производственные факторы, которые могут негативно влиять на здоровье рабочих и разработаны меры их предупреждения. Рассмотрены вопросы охраны окружающей среды.

Дипломный проект представлен пояснительной запиской на 82 страницах, графическим материалом на 8 листах чертежей и плакатов, литературных источников 7.

Изм.	Лист.	№ докум.	Подпись	Дата				
Разраб.					Технология сборки и сварки цистерны железнодорожной Пояснительна записка	Лит.	Лист	Листов
Пров.							3	
Реценз.								
Н. Контр.								
Утв.								

## THE SUMMARY

In a diploma project the developed technology of drafting and welding of cistern is for railway transportations. For welding of longitudinal and circular guy-sutures of purflings the automatic welding of Ar is applied. Expected modes of welding, a welding equipment is chosen. Settings are projected for welding of widths which purflings consist of, longitudinal guy-sutures of purflings, circular guy-sutures and welding on of hatch.

Introduction in a technological process above-mentioned frame-clamping-welding an equipment mechanized considerable part of processes of making of cistern. In an economic section for new technology the technological prime price of good is expected and comparatively it with base technology of making. Economic efficiency of project decision is also expected .

Basic harmful production factors which can negatively influence on a health workers and measures are developed on their warning are analysed in a section from the guard of labour. Considered questions of defence of guard of environment. A diploma project is presented an explanatory message on 82 pages, by graphic material on 8 folias of drafts and placards, literary sources, 7.

										Лист
										4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b>	<b>8</b>
1.1 Описание изделия и условия работы изделия	8
1.2 Условия работы цистерны	9
1.3 Характеристика основного металла	9
1.4 Свариваемость	10
1.5 Технические условия на изготовление цистерны	13
<b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ</b>	<b>14</b>
2.1 Разработка технологического процесса	14
2.2 Выбор способов сварки	17
2.3 Выбор сварочных материалов	19
2.4 Выбор типа сварных соединений и подготовки кромок	20
2.5 Расчет параметров режимов сварки	21
<b>3 ВЫБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ</b>	<b>30</b>
3.1 Источник питания	30
3.2 Автомат для сварки внешних швов	31
3.3 Автомат для сварки внутренних швов	32
3.4 полуавтомат для приваривания кронштейнов и люка	33
<b>4 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ</b>	
4.1 Установки для изготовления цистерны	34
4.2 Расчет элементов оснастки	43
<b>5 КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА</b>	<b>46</b>
<b>6 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b>	<b>49</b>
Определение технологической себестоимости изделия	52
Расход на основные материалы:	52
Расход сварочных материалов	53
Расход электроэнергии	55
Расход на заработную плату рабочих	56
Амортизационные отчисления на оборудование	57

						Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Расходы на поточный ремонт и техническое обслуживание оборудования	58
Расходы, связанные с содержанием и амортизацией площади здания, которую занимает оборудование	59
определение экономической эффективности проектного решения б1	
<b>7 ОХРАНА ТРУДА</b>	<b>63</b>
7.1 Анализ базового варианта технологии	64
7.2 способы и методы улучшения условий труда	65
7.3 средства индивидуальной защиты	74
7.4 Нормализация экологической ситуации	75
<b>ВЫВОДЫ</b>	<b>76</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>77</b>
<b>ДОПОЛНЕНИЯ</b>	<b>78</b>

										Лист
										6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

## ВСТУПЛЕНИЕ

В связи с увеличением объемов перевозок появился спрос на цистерны для железнодорожного транспорта. Для реализации данного спроса необходимо увеличить объем производства данного изделия путем оптимизации технологического процесса и уменьшения производственного времени на его изготовления. Это позволит уменьшить трудозатраты рабочих во время выполнения вспомогательных работ на установку, фиксацию и кантование свариваемых конструкций.

Для решения данного вопроса необходимо спроектировать вспомогательное сварочное оборудование, разработать оптимальную и экономично целесообразную технологию изготовления, и внедрить ее в производство.

Часть данных задач рассматривается в данном дипломном проекте, а именно задачи по технологии изготовления цистерны.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

# 1 АНАЛИТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 ОПИСАНИЕ ИЗДЕЛИЯ И УСЛОВИЯ РАБОТЫ

### ИЗДЕЛИЯ

Цистерна (рис.1.1), состоит из обечаек (1) – 5 шт, двух днищ (2), люка (3) диаметром 860 мм, кронштейнов крепления (4) и кронштейнов площадки (5). Толщина стенки цистерны составляет 8 мм. Конструкция имеет размеры: длина 10630 мм, общая высота – 2970 мм. Диаметр резервуара – 2600 мм. Цистерна представляет собой габаритное тяжелое изделие, что следует учитывать во время организации сварочных работ.

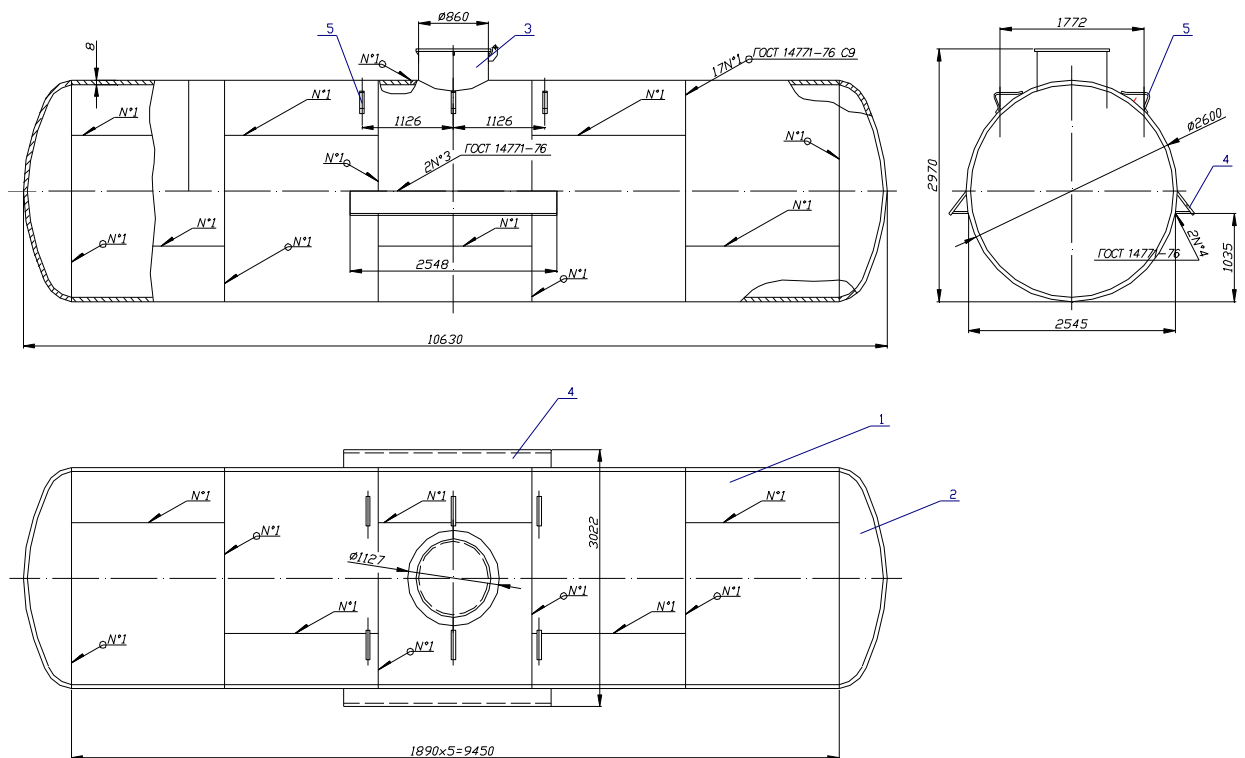


Рис. 1.1. Цистерна.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

## 1.2 УСЛОВИЯ РАБОТЫ ЦИСТЕРНЫ

Цистерна работает под давлением 1,6 МПа, на открытом воздухе, температура эксплуатации от -20 до +45<sup>0</sup>С. Нагрузка на стенки корпуса – статическая.

Химическая среда – светлые нефтепродукты, скорость движения жидкости относительно внутренней поверхности относительно мала. Поэтому трением, которое возникает между частицами жидкости и стенками корпуса цистерны, можно пренебречь.

Исходя из условий эксплуатации делаем вывод, что наиболее опасный фактор, который может привести к разрушению или выходу из строя данного изделия – статическая нагрузка.

Поскольку к герметичности конструкции предъявляются высокие условия, то она относится к ответственным. Материал, с которого изготавливают данные цистерны – сталь 08Х18Н10Т.

## 1.3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНОГО МЕТАЛЛА

### 1.3.1 Химические свойства

Из справочника [1] выясняем химический состав основного металла - стали 08Х18Н10Т

Химический состав стали 08Х18Н9Т

Табл.

1.1

марка стали	содержание химических элементов, %								
	С	Mn	Si	Cr	Ti	Cu	Ni	S	P
08Х18Н10Т	≤0.08	1-2	≤0.8	17-19	0,4-0,7	≤0.3	9-10	0.02	0.03

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Исходя из химического состава, Сталь 08X18H10T относится к высоколегированным, хромоникелевым сталям, аустенитного класса. Сталь имеет в составе химически активные элементы.

### 1.3.2 Физические свойства

\*\*\*\*\*

## 1.4 СВАРИВАЕМОСТЬ

Проблемы при сварке аустенитных сталей

### 1. Поры.

Во время сварки данных сталей поры может вызвать водород.

### 2. Горячие трещины.

Горячие трещины имеют межкристаллитный характер и проявляются в виде микронадрывов и трещин. Горячие трещины могут возникать во время термообработки или в случае работы конструкции на повышенных температурах. Их образование наиболее характерное для крупнозернистой структуры металла шва.

## АУСТЕНИТНЫЕ СТАЛИ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫ

\*\*\*\*\*

### 3. Холодные трещины.

\*\*\*\*\*

### 4. Охрупчивание сварочных соединений.

\*\*\*\*\*

Выдержка аустенитно – ферритных швов при температуре 500...650<sup>0</sup>С приводит к старению в основном за счет образования карбидов. Выдержка при температуре 700...850 <sup>0</sup>С значительно

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



ускоряет охрупчивание металла при более низких температурах и снижает границы ползучести при высоких температурах. Предупредить охрупчивание можно нагревом выше температуры 900 °С с последующим быстрым охлаждением до 400 °С или более низкой температуры.

### **5. Межкристаллитная коррозия.**

Межкристаллитная коррозия в металле шва возникает в результате выделения под действием термического цикла сварки из аустенита карбидов хрома, что приводит к обеднению границ зерен хромом. Основная причина образования межкристаллитной коррозии – содержание

\*\*\*\*\*

Методы предупреждения образования межкристаллитной коррозии:

Снижение содержания

\*\*\*\*\*

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 1.5 ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦИСТЕРНЫ

- Все измерительные приборы, установленные на сварочном оборудовании должны быть исправны и поверены.
- Источники питания должны соответствовать ОСТ 5.153-77, ТУ1.94.0603-83, ТУ34-28-10857-84, ТУ26-05-105-88.
- Сварочные работы начинаются только после установления отделом технического контроля правильности сборки и очистки всех кромок.
- Перед свариванием сварочные материалы просушиваются в соответствии с режимом указанным на упаковке, кромки деталей и прилегающие поверхности зачищаются от краски, масла, ржавчины.
- Кромки зачищаются на ширину не менее 20 мм. Подготовленные кромки подлежат визуальному осмотру для выявления возможных дефектов. Не допускаются расслоения, загибы, трещины и т.д.
- Для предупреждения образованию холодных трещин все сварочные работы во время изготовления цистерны осуществляются при положительных температурах.
- Отклонения в размерах во время изготовления цистерны не должны превышать:
  - По длине кольца, толщина 8 мм.....+2 мм;
  - За длине обечайки.....+5 мм;
  - Смещение кромок:
    - На продольных швах.....10% от толщины стенки;
    - На кольцевых швах.....20% от толщины стенки.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					





## 2.2 ВЫБОР СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 2.2.1 Выбор сварочной проволоки

Выбираем электродную, сварочную проволоку для дуговой сварки в Ar для этой группы сталей.

Для сварки материала сталь 08X18H9T необходимо применять сварочную проволоку с аналогичной группы сталей.

Поэтому по каталогу сварочных материалов [1] выбираем проволоку марки Св-06Х19Н9Т. (ГОСТ 2246- 70)

Химический состав сварочной проволоки

Таблица . 2.3.

Марка проволоки	содержание химических элементов, %							
	C	Mn	Si	Cr	Ni	Ti	S	P
Св-06Х19Н9Т	≤0,08	1.0-2.0	0.4-1,0	18,0-20,0	8,0-10,0	0,5-1,0	0.015	0.030

### 2.2.2 Выбор защитного газа

Основной металл - Сталь 08X18H9T относится к высоколегированным, аустенитным сталям. Поэтому для ее сварки необходимо применять инертный газ – Ar (ГОСТ 10157-79) [4].

Показатели качества газообразного аргона ГОСТ 10157-79

Таблица

. 2.4

Объемная доля, %	Высший сорт	1-й сорт
Аргон, не менее	99,993	99,987
Кислород, не более	0,0007	0,002
Азот, не более	0,005	0,01
Водяной пар, не более, что соответствует насыщению аргона водяным паром (давление 760мм рт. ст., 0° C)	0,0009	0,001

Выбираем аргон первого сорта.

Поскольку сварка будет проводится в заводских условиях, то можно успешно применять местную струйную форму защиты.

## 2.3 ВИБОР ТИПА СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ПОДГОТОВКИ КРОМОК

В конструкции насчитывается четыре разновидности сварочных соединений, которые выполняются автоматизированным и механизированным способом сварки в Ar, поэтому выполняем их по ГОСТ 14771-76:

Соединение №1 – стыковое,

\*\*\*\*\*

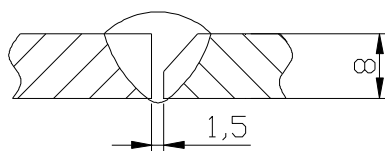


Рис 2.1. Соединение №1. Поперечный разрез.

Соединение №2, №3 – не стандартные соединения.

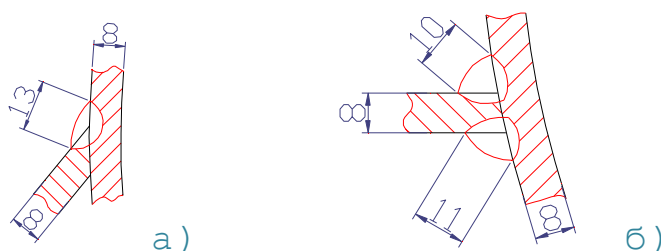


Рис 2.3. а) Соединение №2; б) Соединение №3. Поперечный разрез.

					Лист
					16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

## 2.4 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ СВАРКИ

Выполняем расчет режимов сварки, для всех соединений, нужных для изготовления цистерны.

Расчет режима сварки осуществляем по полученным ранее данным, в которые входят:

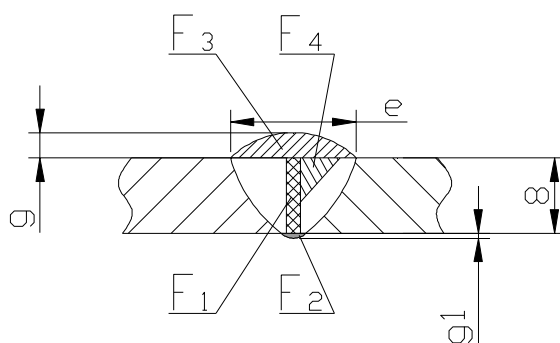
\*\*\*\*\*

Параметры режима автоматизированной сварки в Ar составляют:

- диаметр сварочной проволоки  $d_{э.п}$ ;
- сварочный ток  $I_{св}$ ;
- напряжение сварки  $U_{св}$ ;
- скорость сварки  $V_{св}$ ;
- вылет сварочной проволоки  $l_{выл}$ ;
- скорость подачи электродной проволоки  $V_{под}$ ;
- общее количество проходов  $n_{пр}$ ;
- затраты защитного газа (Ar)  $q_{зг}$ .

### Расчет параметров режима сварки для соединения № 1.

Соединение №1 образуется стыковым швом, кромки листов обработаны. Из этого видно, что площадь наплавленного металла в шве относительно велика, поэтому расчет ведем по площади наплавленного металла:



					Лист
					17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Рис. 2.4. Расчет площади поперечного сечения шва.

$$F_H = F_{H1} + F_{H2} + F_{H3} + F_{H4} = S \cdot b + 0.7 \cdot e_1 \cdot g_1 + 0.7 \cdot e \cdot g + 0.5 \cdot K^2 =$$

$$= 1.5 \cdot 8 + 0.7 \cdot 4 \cdot 1 + 0.7 \cdot 15 \cdot 2 + 0.5 \cdot 16 = 43.8 \text{ мм}^2$$

**Диаметр электродной проволоки:**

$$d_{e.d.} = K_d \times F_{Hi}^{0.625} \quad (0.149 \dots 0.409) \times 43.8^{0.625} = 1.58 \dots 4.34 \text{ мм}^2$$

Коэффициент  $K_d$  выбирается в зависимости от положения шва и уровня автоматизации,

\*\*\*\*\*

**Скорость сварки:**

Скорость сварки зависит от площади наплавленного металла  $F_H$  и диаметра электродной проволоки  $d_{еп}$ , и ограничиваются в зависимости от уровня автоматизации (для автоматизированной сварки  $V_{св} = 4 \dots 20$  мм/с). При условии сварки в нижнем положении:

$$V_{св} = \frac{15.9 \times d_{e.d.}^2 + 67.4 \times d_{e.d.}^{1.5}}{F_{Hi}} =$$

$$= \frac{15.9 \times 1.6^2 + 67.4 \times 1.6^{1.5}}{43.8} = 4.04 \text{ мм/с} (14.55 \text{ м/год})$$

\*\*\*\*\*

**Расчет параметров режима сварки для соединения № 2**

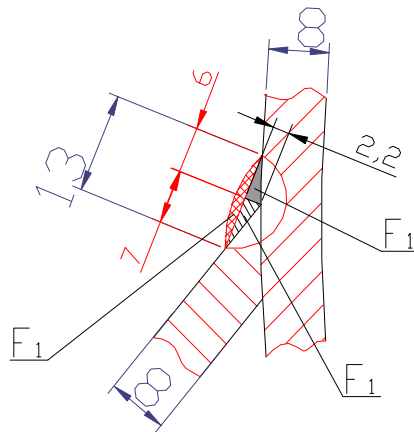




Рис. 2.5. Расчет площади поперечного сечения шва.

\*\*\*\*\*

**Расчет параметров режима сварки для соединения № 3**

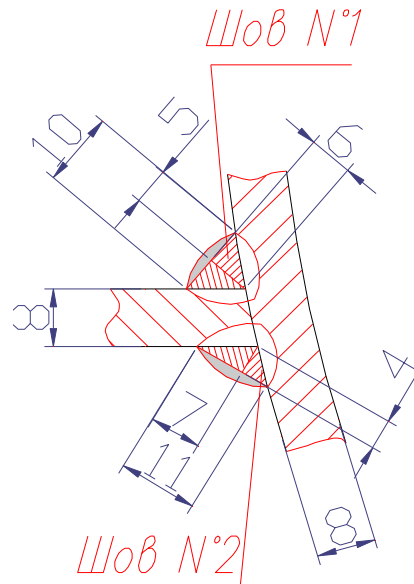


Рис. 2.5. Расчет площади поперечного сечения шва.

\*\*\*\*\*

### 3 ВИБОР СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

#### 3.1 ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ

Исходя из полученных ранее расчетов (максимальное значение сварочного тока 365 А) выбираем соответствующий источник тока.

\*\*\*\*\*

										Лист
										20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

## 4 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦИСТЕРНЫ

Производственная программа выпуска определяет сложность оборудования, необходимость и целесообразность его оснащения механизмами для комплексной механизации и автоматизации.

\*\*\*\*\*

#### 4.1.1 Установка для сварки листов

Стенд для сборки и сварки полотнищ (рис. 4.1.) служит для сварки листов полотнища обечайки между собой.

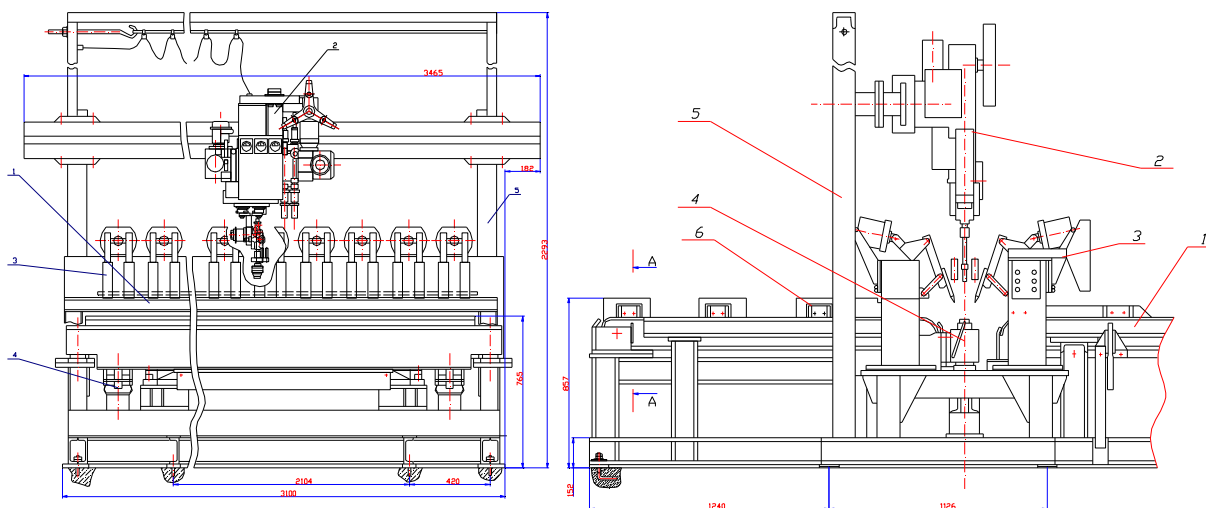


Рис. 4.1. Стенд сборочно-сварочный

Стенд для сварки полотнища обечайки состоит из таких основных узлов:

\*\*\*\*\*

#### Описание конструкции и работы станда

\*\*\*\*\*

					Лист
					21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

## ВЫВОДЫ

- В данном дипломном проекте разработана технология сборки и сварки железнодорожной цистерны для перевозки светлых нефтепродуктов.
- Исходя из основного материала конструкции - сталь 08Х18Н10Т и толщины деталей выбран способ сварки и подобраны сварочные материалы;
- Рассчитаны режимы сварки всех сварных соединений цистерны по площади наплавленного металла, учитывая и нестандартные швы. Спроектированные установки для автоматической сварки узлов изделия обеспечивают полный провар продольных и кольцевых швов;
- Исходя из конструктивных особенностей изделия (диаметр обечаек 2600мм) рассчитан и подобран роликовый стенд;
- Разработанная схема обеспечения качества позволяет совершать пооперационный контроль на всех этапах сборки и сварки железнодорожной цистерны;
- Экономический эффект от внедрения спроектированной технологии составляет 622590 руб. на год;
- Разработанные методы по охране труда обеспечивают безопасные условия труда и защиту окружающей среды.

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

## 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. Риморов Е.В. Новые сварочные оборудования/ - Л.: Будиздат,  
Ленин.издание,1988.- 125 с., ил.

										Лист
										23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						















Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол-ч.	Прим.
				<u>Документация</u>		
			.06.000B3	<u>Общий вид</u>		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	.06.001	Опорный ролик	4	
		2	.06.002	Роликоопора	1	
		3	.06.003	Фиксатор	1	
		4	.06.004	Направляющая опора	2	
		5	.06.005	Привод	1	
		6	.06.006	Выключатель	1	
		7	.06.007	Выключатель	1	
		8	.06.008	Стойка	1	
		9	.06.009	Каретка	1	
		10	.06.010	Колонна	1	
		11	.06.011	Привод	1	
		12	.06.012	Консоль	1	
		13	.06.013	Газовый коллектор	1	
		14	.06.014	Устройство для термической резки	1	
		15	.06.015	Кернер	1	
		16	.06.016	Устройство для разметки	1	

					.06.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.					Лит.	Лист	Листов
Провер.						1	1
Реценз.					Установка для вырезания отверстий		
Н. Контр.							
Утверд.							