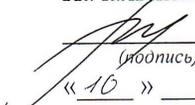


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

Работа выполнена в СКБ «Машиностроение»

СОГЛАСОВАНО

Начальник отдела ОНиПКРС
Е.М. Димитриади

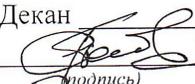

(подпись)
« 10 » 06 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе
А.В. Космынин


(подпись)
« 10 » 06 2024 г.

Декан


П.А. Саблин
(подпись)

« 10 » 06 2024 г.

«Разработка сварной конструкции пескоструйной камеры»
Комплект конструкторской / проектной документации

Руководитель СКБ


10.11.2023
(подпись, дата)

Н.О. Плетнев

Руководитель проекта


10.11.2023
(подпись, дата)

Н.О. Плетнев

Комсомольск-на-Амуре 2024

Карточка проекта

Название	Разработка сварной конструкции пескоструйной камеры
Тип проекта	Тип проекта: техническое творчество (инициативный),
Исполнители	Студент <u>Д.Г. Поправко</u> – группа 0МНб-1 Студент <u>Р.С. Шанин</u> – группа 0МНб-1
Дисциплина	Технология производства сварных конструкций
Срок реализации	11.2023- 05.2024

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

На выполнение работ в рамках студенческого конструкторского бюро «Машиностроение»

№ 00.01.2024.01

Наименование Разработка сварной конструкции пескоструйной камеры	
1 Разработать КД	Специализированные лаборатории кафедры ТСП имени В.И. Мураьева. Камера предназначена для очистки не забаритных пластин и деталей от коррозии, краски и других загрязнений перед сваркой
1.2 Эстетические, эргономические и прочие требования	Цвет не регламентируется, покрытие не регламентируется
1.3 Услуги эксплуатации	<input type="checkbox"/> На улице <input type="checkbox"/> в помещении Агрессивная среда _____ нег_____
1.4 Конструктивные особенности Специальные требования. Требования по точности	Камера должна иметь прочный сварной каркас, габаритные размеры ограничены 800х600х600 мм
1.5 Количество	1 шт.
1.6 Срок сдачи проекта КД	05.2024
1.7 Приложения, информация об аналогах	_____
2 Разработать технологию изготовления	Специализированных лабораториях кафедры ТСП имени В.И. Мураьева
2.1 Изготовить в	ВК, УШС 3, штамповочный завод
3 Разработать технологию измерения	затраты на материалы
4 Рассчитать стоимость изготовления	Не требуется
5 Рассчитать экономическую эффективность	

Ответственный исполнитель Д.Г. Пограбко
ФИО группа ОКНБ-1


подпись

Р.С. Шанин
ФИО группа ОКНБ-1


подпись

План работ:

Наименование работ	Срок
Анализ существующих аналогов	11.2023
Трехмерное проектирование	01.2024
Изготовление заготовок и деталей	02.2024
Сборка и сварка, контроль качества	04.2024
Доработка (при необходимости)	04.2024
Написание отчета	05.2024

Комментарии:

Перечень графического материала:

1. Принципиальная схема;
2. Чертежи изделия (или трехмерные модели изделия);
3. Внешний вид изделия;
4. Управляющие программы обработки;
5. И др.

Руководитель проекта



(подпись, дата)

Н.О. Плетнев

1 Нормативные ссылки, используемые при разработке ККД

При выполнении ККД должны быть использованы нормативные ссылки на следующие межгосударственные стандарты:

ГОСТ 2.001-2013 Единая система конструкторской документации. Общие положения;

ГОСТ 2.051-2013 Единая система конструкторской документации. Электронные документы. Общие положения;

ГОСТ 2.052-2006 Единая система конструкторской документации. Электронная модель изделия. Общие положения;

ГОСТ 2.053-2013 Единая система конструкторской документации. Электронная структура изделия. Общие положения;

ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки;

ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи;

ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам;

ГОСТ 2.124-85 Единая система конструкторской документации. Порядок применения покупных изделий;

ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации. Изображения - виды, разрезы, сечения;

ГОСТ 2.601-2013 Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы;

ГОСТ 2.602-95 Единая система конструкторской документации. Ремонтные документы;

ГОСТ 2.610-2006 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов;

ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации.

					СКБФМХТ.00.01.2024.01	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата.</i>		5

Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению;

ГОСТ 15.001-88 Система разработки и постановки продукции на производство.

2.1 Термины, определения и сокращения

В настоящем стандарте приняты следующие сокращения:

КД – конструкторский документ (документы, документация);

ТЗ – техническое задание;

ТУ – технические условия;

3 Виды конструкторских документов

Конструкторские документы подразделяют на виды, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Виды конструкторских документов

Вид документа	Определение
1	2
Электронная модель детали	Документ, содержащий электронную геометрическую модель детали и требования к ее изготовлению и контролю. В зависимости от стадии разработки он включает в себя предельные отклонения размеров, шероховатости поверхностей и др.
Чертеж детали	Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля
Электронная модель сборочной единицы	Документ, содержащий электронную геометрическую модель сборочной единицы, соответствующие электронные геометрические модели составных частей, свойства, характеристики и другие данные, необходимые для сборки (изготовления) и контроля. К электронным моделям сборочных единиц также относят электронные модели для выполнения гидромонтажа и пневмомонтажа
Сборочный чертеж	Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля. К сборочным чертежам также относят чертежи, по которым выполняют гидромонтаж и пневмомонтаж
Чертеж общего вида	Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия

					СКБФМХТ.00.01.2024.01	Лист
Изм.	Лист.	№ документа	Подп.	Дата.		6

Продолжение таблицы 1

1	2
Теоретический чертеж	Документ, определяющий геометрическую форму (контур) изделия и координаты расположения составных частей
Габаритный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами
Монтажный чертеж	Документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия
Схема	Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними
Электронная структура изделия	Документ, содержащий структуру изделия (сборочной единицы, комплекса или комплекта) и другие данные в зависимости от его назначения
Спецификация	Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта
Пояснительная записка	Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений
Технические условия	Документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах
Программа и методика испытаний	Документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля
Расчет	Документ, содержащий расчеты параметров и величин, например расчет размерных цепей, расчет на прочность и др.
Эксплуатационные документы	Документы, предназначенные для использования при эксплуатации, обслуживании и ремонте изделия в процессе эксплуатации
Инструкция	Документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т.п.).

Документы в зависимости от стадии разработки подразделяют на проектные (техническое предложение, эскизный проект и технический проект) и рабочие (рабочая документация) в соответствии с ГОСТ 2.103.

Приложение Б

1.1 Общие сведения конструкций пескоструйных камер

Пескоструйная обработка металла – это технология механической очистки, получаемой в результате воздействия абразивных материалов на металлическую поверхность (субстрат). Энергию абразивным частицам задает поток сжатого воздуха, и далее воздушно-абразивная смесь подается на обрабатываемую поверхность.

Метод подготовки поверхностей, при котором воздушно-абразивная смесь под давлением распыляется на субстрат, а частицы абразива передают кинетическую энергию поверхности и находящимся на ней веществам.

Целью пескоструйной обработки металла является удаление продуктов коррозии, прокатной окалины, нагара, формовочных масс на литье, старых покрытий и загрязнений различных типов, а также получение характерной шероховатости, улучшающей адгезию (сцепление подложки с наносимыми защитными покрытиями).

Пескоструйная обработка – наиболее предпочтительный метод очистки металла и подготовки к нанесению защитных покрытий. Это связано с рядом преимуществ данного метода, таких как: экономичность, высокая скорость и качество очистки.

К тому же, получаемая в результате обработки шероховатость поверхности увеличивает площадь взаимодействия металла и защитного покрытия и улучшает адгезию на физическом и химическом уровне.

Многочисленные исследования, проводимые во всем мире, давно подтвердили тот факт, что срок службы защитных покрытий в большей степени зависит от качества подготовки поверхности, чем от качества наносимого покрытия и способа его нанесения.

Ведущие мировые и отечественные производители лакокрасочных ма-

териалов также рекомендуют подготавливать металлическую поверхность перед окраской пескоструйным методом.

Высокую популярность пескоструйная обработка металла получила вследствие широкого применения стали как основного конструкционного материала подверженного в процессе эксплуатации различным видам коррозии.

Пескоструйное оборудование бывает мобильным и стационарным, а по технологии формирования абразивоструйной струи делится на напорное и эжекционное.

К мобильному оборудованию обычно относят передвижные пескоструйные аппараты и ручные эжекторные пескоструйные пистолеты (см. рисунок 1.1). К стационарным системам относят крупные установки на несколько рабочих постов или пескоструйные камеры (см. рисунок 1.2).



Рисунок 1.1 – Мобильное оборудование для пескоструйной обработки



Рисунок 1.2 – Установка пескоструйной обработки

Пескоструйные камеры делятся на два типа:

- обитаемые. В них заходит оператор в специальном защитном обмундировании и обрабатывает крупногабаритное изделие;
- необитаемые. Такое оборудование представляет собой небольшой ящик на ножках с отверстиями для рук и смотровым окном. Необитаемые камеры получили наибольшее распространение.

По типу подачи абразивного материала:

1. Эжекторные. Это относительно маломощное оборудование, предназначенное для решения простых задач, например матирования пластика или стекла, снятия тонкого слоя краски, выполнения гравировки, удаления неглубокой коррозии или небольших металлических заусенцев.

Эжекторная установка является оптимальным решением для вышеперечисленных работ. Она выгодна тем, что стоит дешевле напорной и потребляет меньше сжатого воздуха (до 1500 л/мин).

Следовательно, для обеспечения ее функционирования нужен менее мощный компрессор (достаточно будет модели на 7,5...15 кВт), который будет потреблять немного электричества.

Периодически эжекторные установки могут применяться для более тяжелых работ, однако для интенсивной эксплуатации в промышленных условиях они обычно не используются.

2. Напорные. Такое оборудование применяется для выполнения больших объемов работ или сложных задач. По производительности они в 10 раз превосходят эжекторные модели, соответственно, позволяют в 10 раз быстрее выполнить одну и ту же задачу.

Напорные устройства пользуются широким спросом в сфере металлообработки, применяются в качестве пескоструйной камеры для колесных дисков автомобилей. Например, их задействуют для быстрого удаления заусенцев и окалины после выполнения сварки, для подготовки деталей к дальнейшей обработке.

1.2 Описание конструкции

Пескоструйная камера – это устройство, которое использует сжатый воздух или струю воды, чтобы вытеснить мелкие абразивные материалы, такие как песок или стеклоизмельчитель, на поверхность для удаления ржавчины, краски или других загрязнений. По виду такая камера представляет собой прямоугольный шкаф, в который мастер через специальные отверстия просовывает руки и осуществляет все необходимые действия. В подобных устройствах обрабатываются небольшие по габаритам изделия, и именно их можно изготовить своими руками (см. рисунок 1.3).

Принцип действия заключается в том, что абразивный материал под давлением попадает в специальную камеру, где смешивается с воздухом или водой, и затем выходит из сопла в виде струи на загрязненную поверхность.

Под действием силы струи абразивный материал удалит все загрязнения с поверхности, оставив ее чистой. Во время работы обрабатываемые детали находятся внутри закрытой, практически герметичной камеры. Руки оператора внутри камеры при этом защищены специальными перчатками.

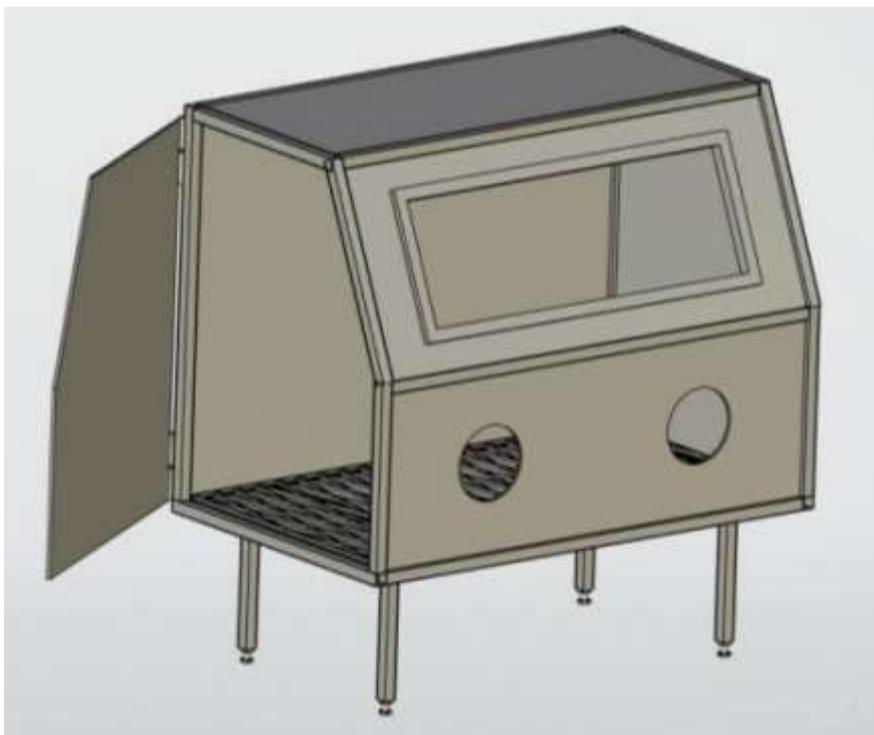


Рисунок – Общий вид разрабатываемой конструкции

Эти факторы позволяют выполнять обработку изделий в обычном рабочем помещении, не вынося процесс в специально отведенные помещения или площадки. Не требуются, также, специальная защитная одежда и индивидуальные средства защиты для оператора. Пескоструйная камера оборудована двумя боковыми дверями и внешним пультом управления электрической и пневматической системами. Камера оснащена большим смотровым окном и прочными резиновыми перчатками для удобной и безопасной работы. Камера оборудована изолированным, верхним флуоресцентным освещением и пылесосом для удаления технологической пыли из внутреннего объема. Для обработки деталей в камере имеются два рабочих инжектора: один - неподвижный, на гибкой металлической трубе, может устанавливаться в любое положение, включается ножной педалью и позволяет держать обрабаты-

ваемую деталь двумя руками; второй – на гибком шланге подачи абразива, удерживается одной рукой и является вспомогательным альтернативным ин-жектором для расширения возможностей оператора. Диапазон давления сжа-того воздуха 50 - 90 PSI (3,5 – 6,2 кг/см²) позволяет применять различные ти-пы жестких абразивов. Камера окрашена порошковой эмалью снаружи и из-нутри.

1.3 Детали и узлы конструкции

Разрабатываемая пескоструйная камера представляет собой мета-лическую сварную конструкцию изготавливаемую из стального листового и профильного проката.

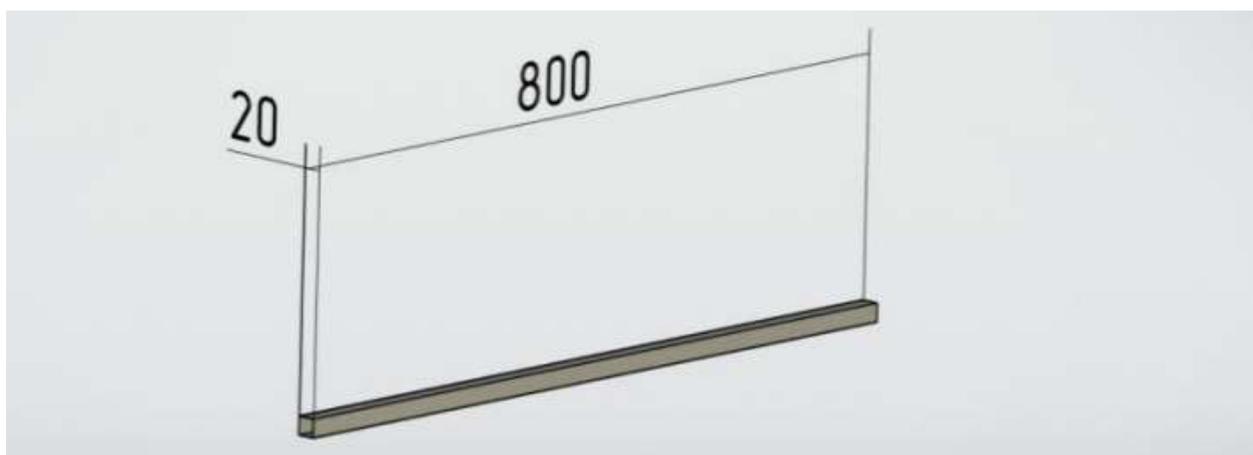


Рисунок 1.4 – Профильная труба $l=800$ мм



Рисунок 1.5 – Профильная труба $l=500$ мм



Рисунок 1.6 – Профильная труба $l=620$ мм

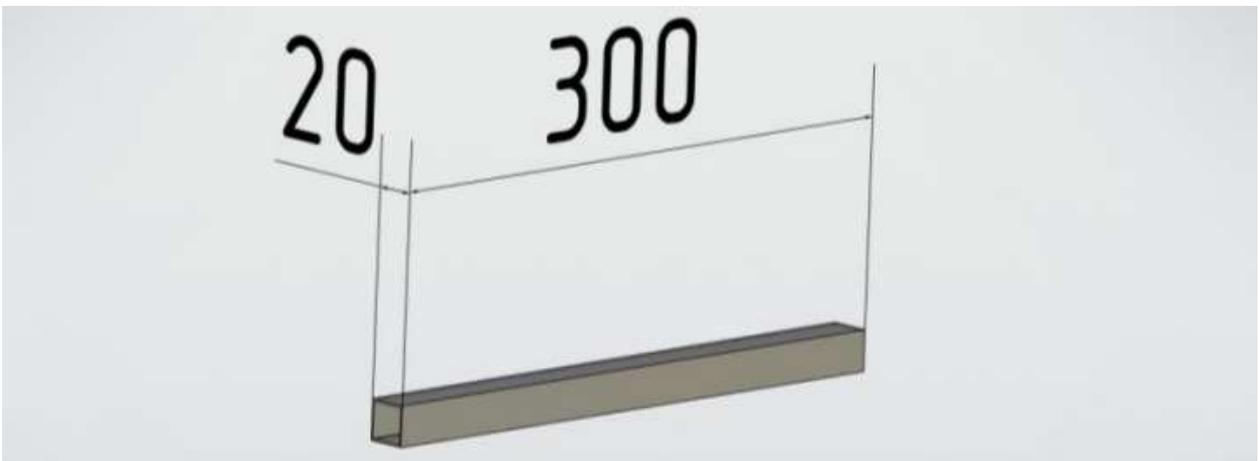


Рисунок 1.7 – Профильная труба $l=300$ мм

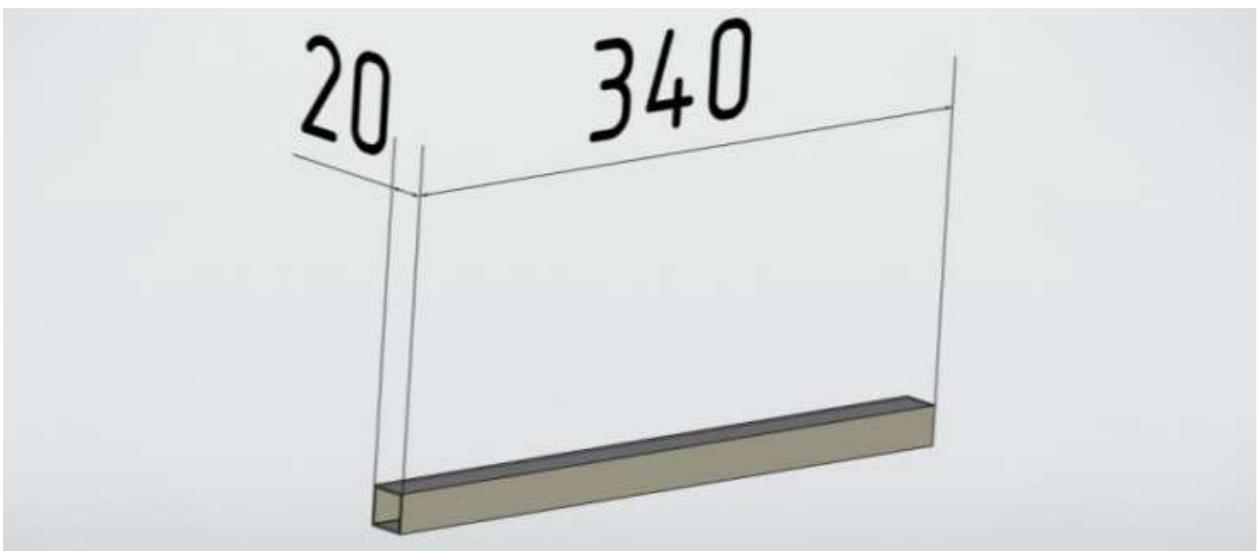


Рисунок 1.8 – Профильная труба $l=340$ мм

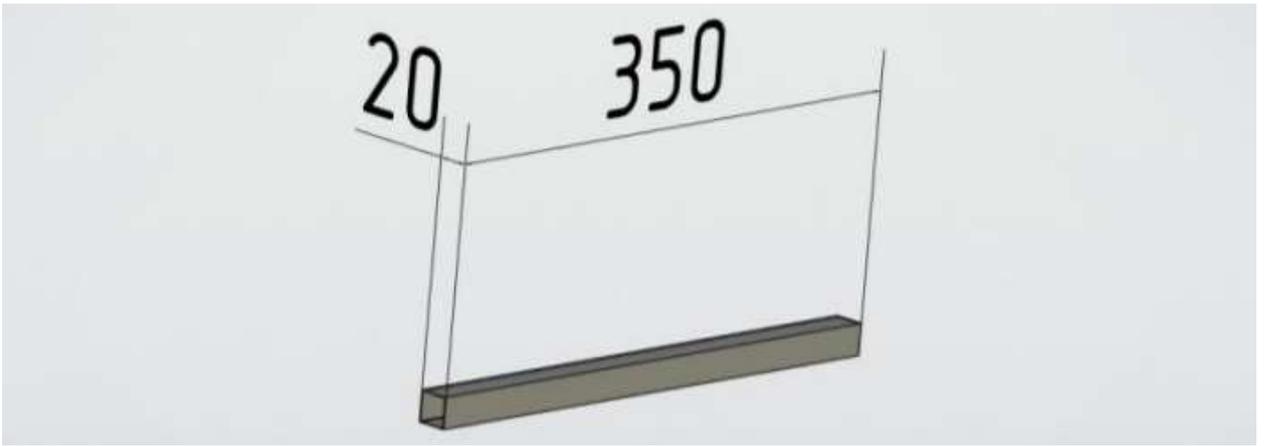


Рисунок 1.9 – Профильная труба $l=350$ мм

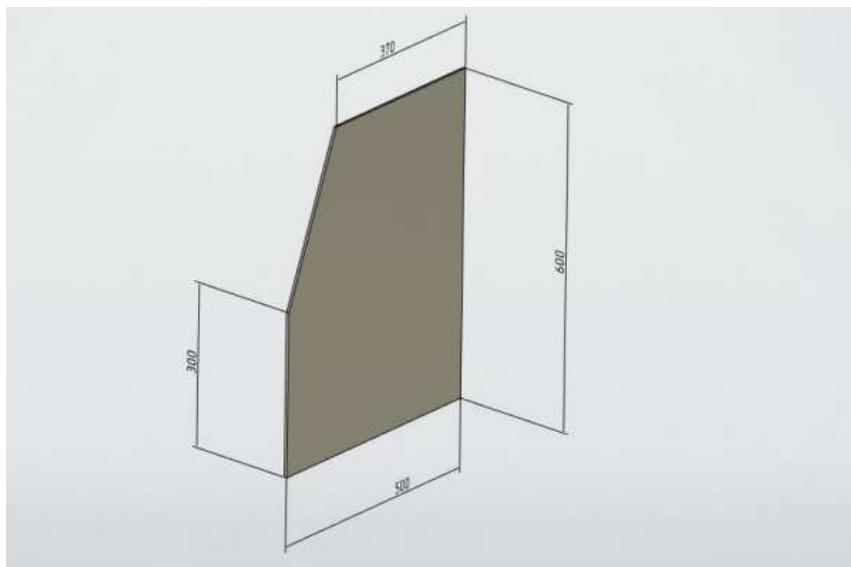


Рисунок 1.10 – Стенка

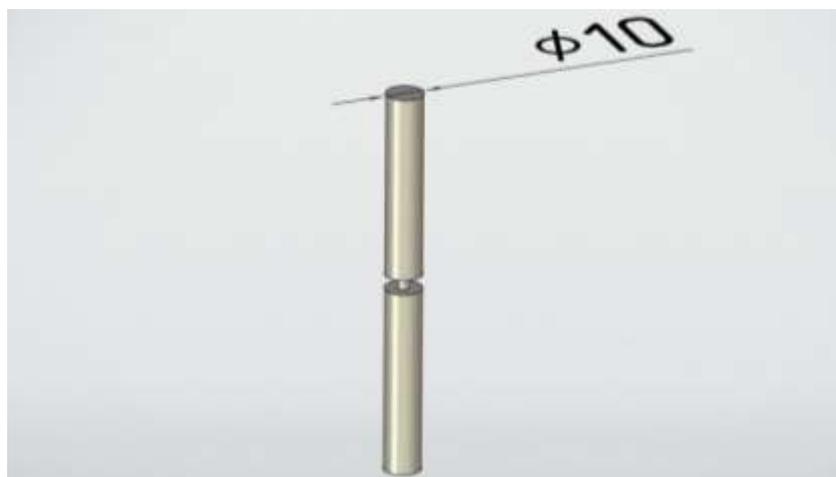


Рисунок 1.11 – Петля навески дверки

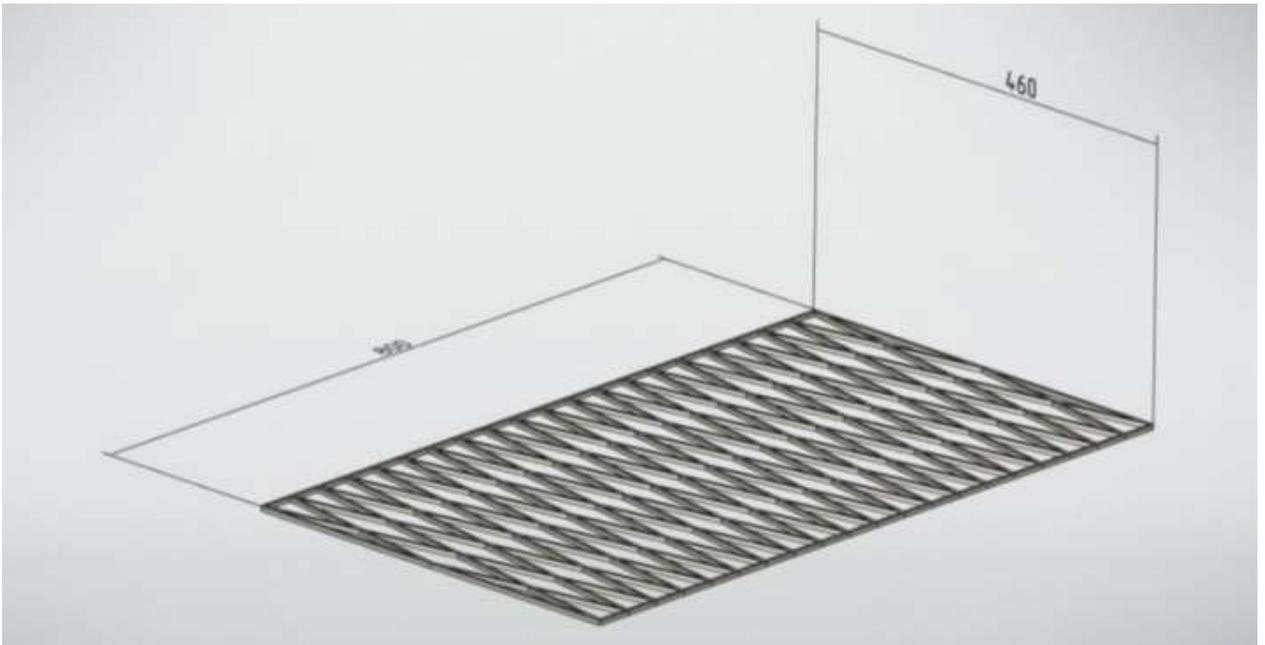


Рисунок 1.12 – Решетка

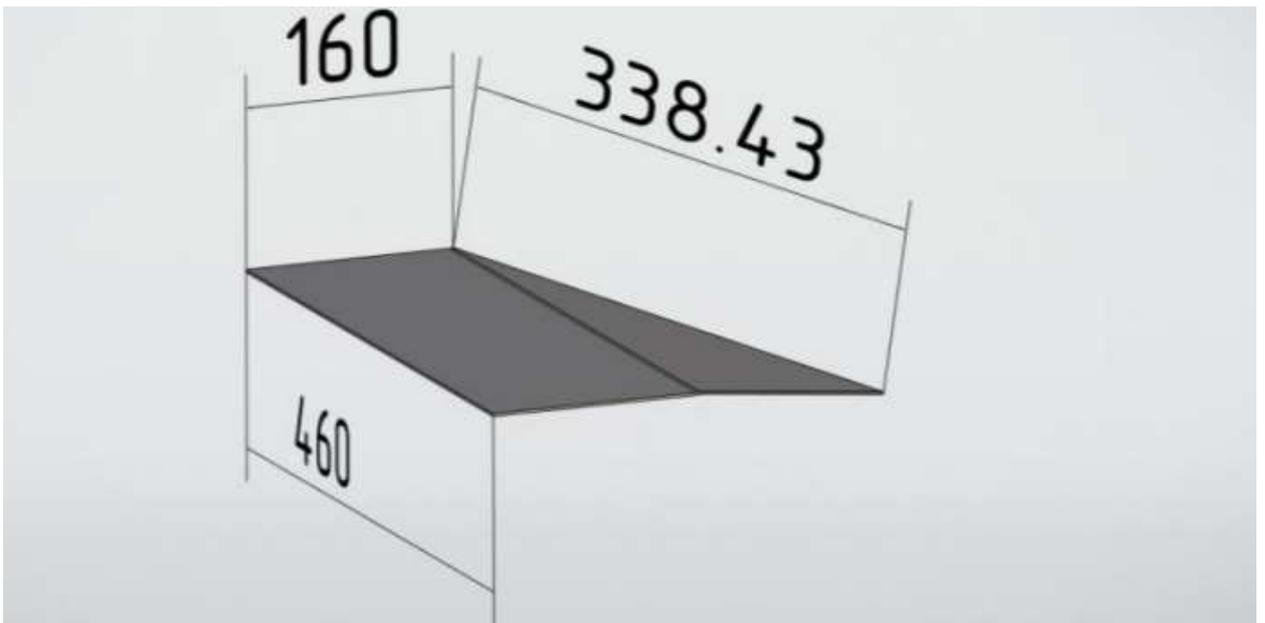


Рисунок 1.13 – Лист под короб $l=460$ мм

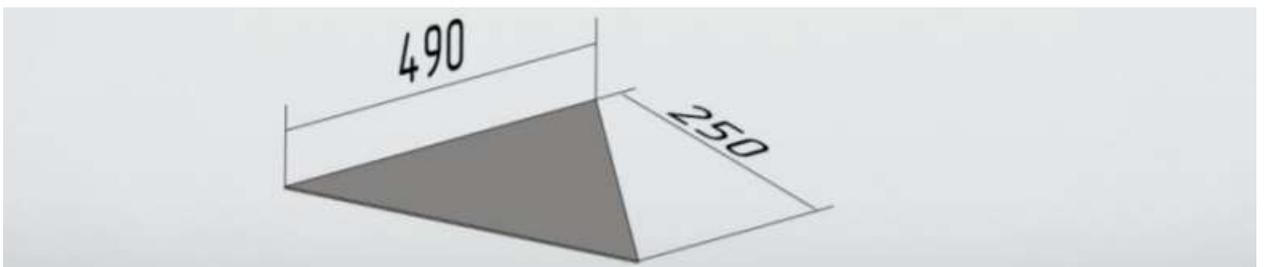


Рисунок 1.14 – Лист под короб $l=490$ мм

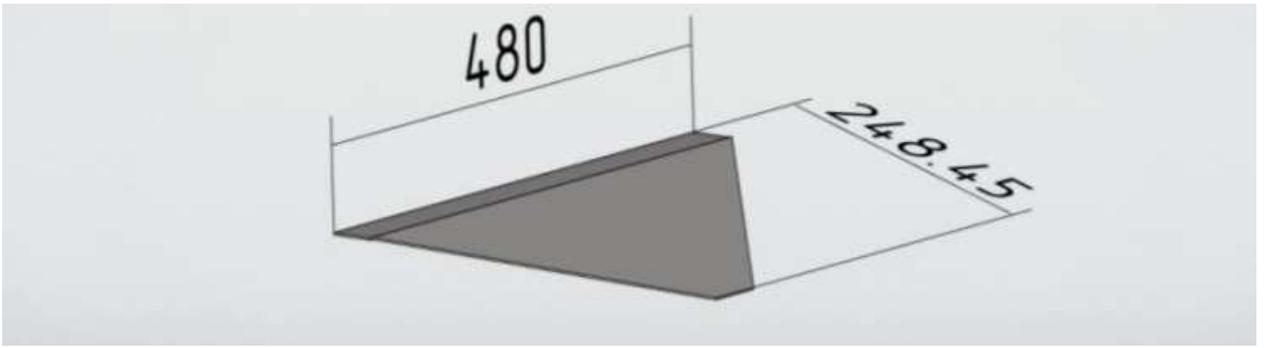


Рисунок 1.15 – Лист под короб $l=480$ мм

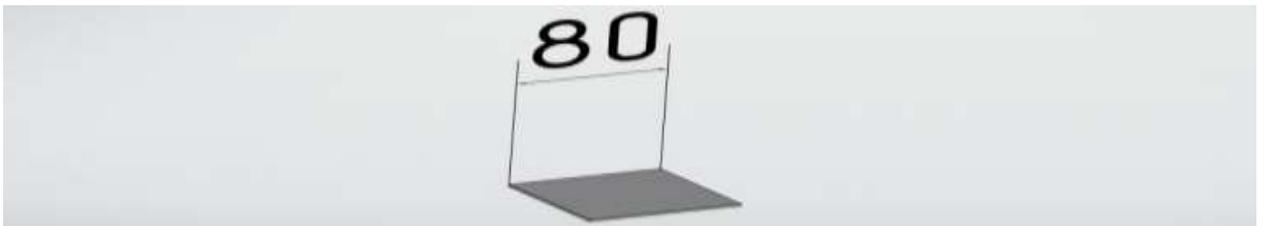


Рисунок 1.16 – Пятка опоры $l=480$ мм

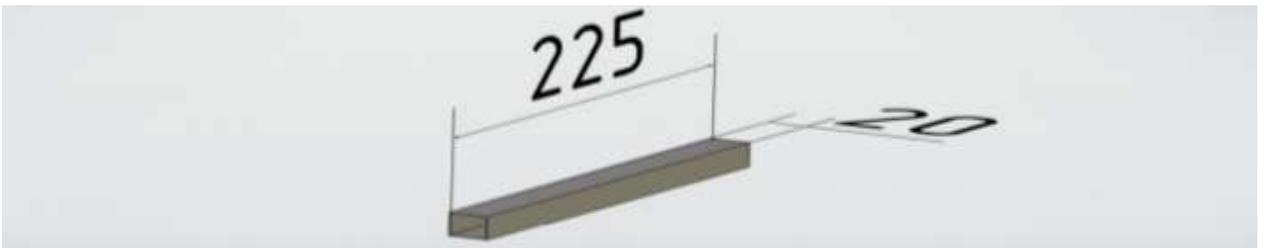


Рисунок 1.17 – Опра $l=480$ мм

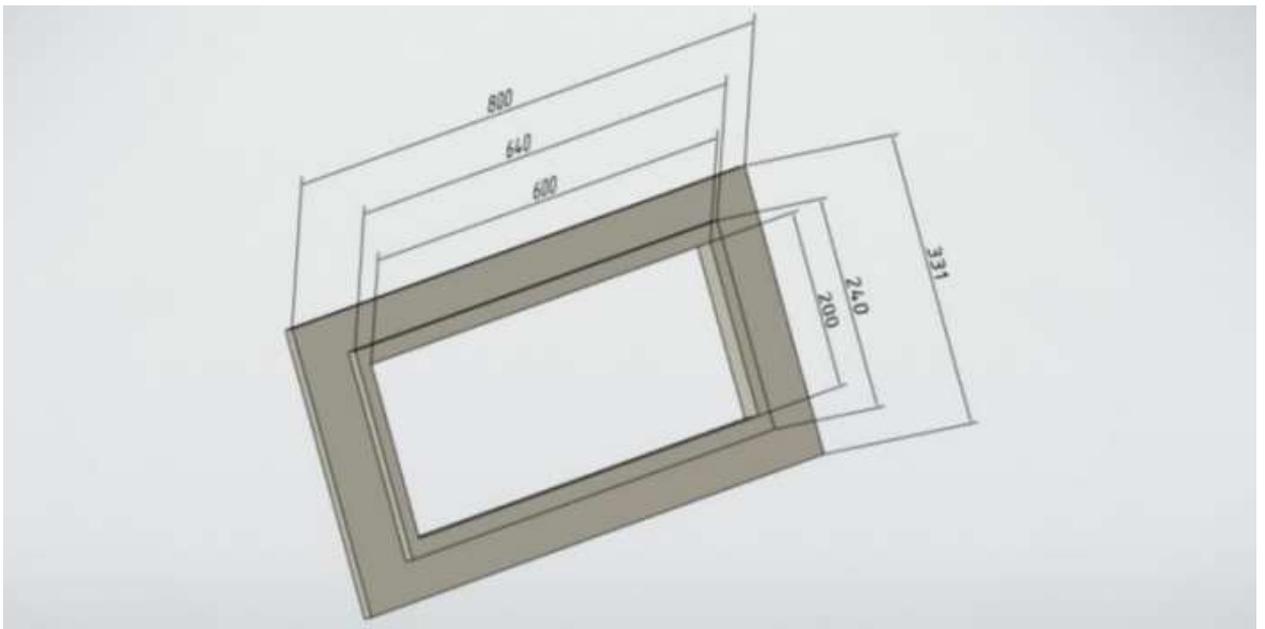


Рисунок 1.12 – Полотно смотрового люка

2.1 Описание материала конструкции

Важным параметром выбора материала является его оптимальная толщина, требования к нагрузкам и стойкости к окружающей среде в процессе эксплуатации конструкции.

В Выпускной квалификационной работе разрабатывается технология сборки и сварки конструкции из материала СтЗсп. Материал предполагаемой сварной конструкции СтЗсп [1].

Буквы «Ст» обозначает «Сталь», цифра 3 обозначает условный номер марки в зависимости от химического состава, буквы «пс» – спокойная (степень раскисления стали),

Применение – несущие элементы сварных и не сварных конструкций и деталей, работающих при температуре от -40 до +425 °С при условии поставки с гарантируемой свариваемостью.

Химический состав материала СтЗсп ГОСТ 380-94 представлен в таблице 2.1. Механические свойства представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.1 – Химический состав материала СтЗсп по ГОСТ 380-94

В процентах

С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Cu
0,14-0,22	0,40-0,65	0,15-0,30	0,15-0,30	0,15-0,30	до 0,05	до 0,04	0,15-0,30

Таблица 2.2 – Механические свойства материала СтЗсп

Состояние поставки	Режимы термообработки	σ_b , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %
Прокат	горячекатаный	370–480	245	25

Примечание: σ_b – предел прочности или временное сопротивление; σ_T – предел текучести (предел пропорциональности); δ_5 – относительное удлинение при разрыве.

2.1.1 Оценка свариваемости материала

Одним из основных технологических требований, предъявляемых к металлу изделия, являются требования, направленные на обеспечение свариваемости.

Свариваемость – технологическое свойство материалов (металлов) или их сочетаний образовывать в процессе сварки соединения, отвечающие конструктивным и эксплуатационным требованиям к ним [6].

Свариваемость металлов предварительно можно оценить расчетным путем на основании сведений о химическом составе.

Чувствительность сварного соединения к образованию холодных трещин в околошовной зоне оценивают эквивалентным содержанием углерода свариваемого металла. Эквивалент углерода $C_{\text{экв}}$ определяют по эмпирической формуле [8]:

$$C_{\text{экв}} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{V}{5} + \frac{Mo}{5} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{15} \quad (2.1)$$

где C – содержание углерода в металле, %;

Cr – содержание хрома в металле, %;

V – содержание ванадия в металле, %;

Mo – содержание молибдена в металле, %;

Ni – содержание никеля в металле, %;

Cu – содержание меди в металле, %.

Углерод при повышении его содержания в стали ведет к увеличению прочности и твердости и уменьшению пластичности, появлению трещин. Окисление углерода во время сварки вызывает появление большого числа пор.

Марганец повышает ударную вязкость, хрупкость и хладноломкость стали, являясь хорошим раскислителем, способствует уменьшению содержания кислорода в стали. При содержании марганец в стали более 1,5% свариваемость ухудшается, так как увеличивается твердость стали, образуются закалочные структуры и могут появиться трещины.

Хром при значительном содержании в стали уменьшается ее свариваемость вследствие образования тугоплавких окислов и закалочных структур.

Молибден значительно увеличивает прочность и ударную вязкость стали, но ухудшает свариваемость, так как повышает склонность к возникновению трещин.

Ванадий затрудняет сварку сильно активных раскислителей.

Никель повышает прочность и пластичность шва, не ухудшая свариваемость.

Медь улучшает свариваемость, повышая прочность, ударную вязкость и коррозионную стойкость сталей.

Эквивалент углерода для материала СтЗсп вычисляется, подставив значения процентного содержания химических элементов в формулу 1.1:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,14 + 0,40/6 + 0,15/5 + 0,15 + 0,15/15 = 0,25 \%$$

Стали, у которых эквивалент углерода меньше 0,45 %, считаются не склонными к образованию холодных трещин при сварке.

Рассчитанный эквивалент углерода 0,25 %, поэтому сталь СтЗсп относится к первой группе свариваемости. Сварка сталей этой группы может быть выполнена без подогрева до сварки и в процессе сварки, а также без последующей термообработки [4].

2.3 Выбор и обоснование разделки кромок

При изготовлении спроектированной конструкции, сборку и сварку всех деталей конструкции используют полуавтоматическую сварку в среде защитных газов, сварными соединениями согласно ГОСТ 14771-76 с условным обозначением У4, С2, Т1, Н1. Конструктивные элементы кромок свариваемых деталей и сварного шва представлены на рисунках 2.1...2.4.

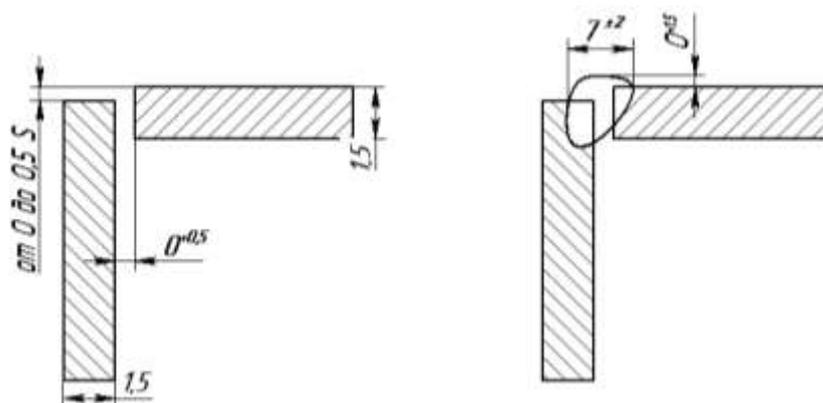


Рисунок 2.1 – Конструктивные элементы сварного соединения У4

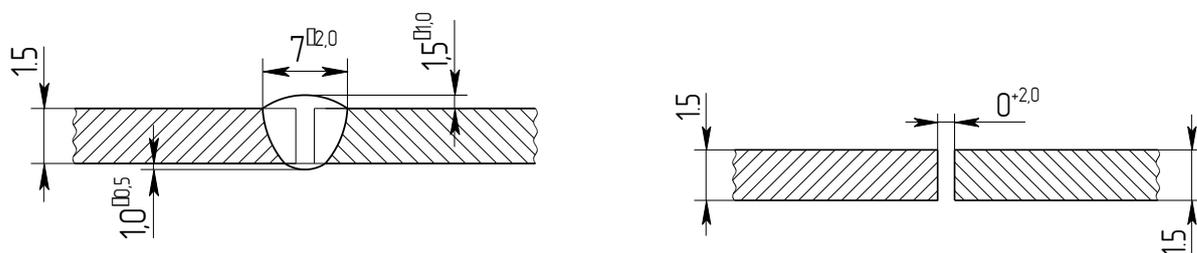


Рисунок 2.2 – Конструктивные элементы сварного соединения С2

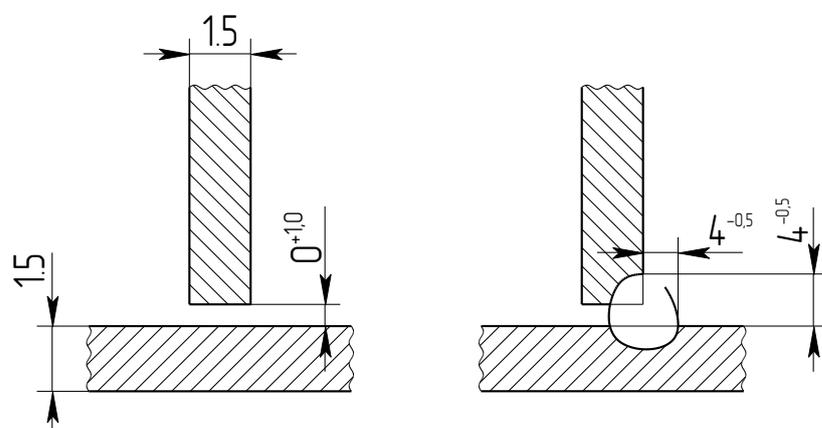


Рисунок 2.3 – Конструктивные элементы сварного соединения Т1

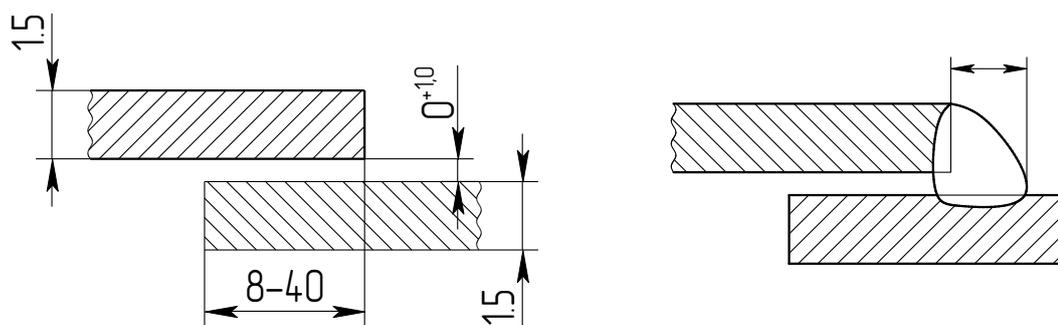


Рисунок 2.4 – Конструктивные элементы сварного соединения Н1

2.4 Выбор и обоснование режимов сварки

К параметрам режима полуавтоматической сварки в среде защитных газов относятся: род тока и полярность, диаметр электродной проволоки, сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость подачи проволоки, вылет электрода, расход углекислого газа, наклон электрода относительно шва и скорость сварки.

Процесс сварки в углекислом газе на постоянном токе прямой полярности отличается меньшей глубиной проплавления основного металла, при этом заметно снижается устойчивость дуги и возрастает склонность металла шва к образованию пор. Переменный ток можно применять только с осциллятором. Поэтому сварку в углекислом газе необходимо производить на постоянном токе обратной полярности.

Диаметр электродной проволоки следует выбирать в зависимости от толщины свариваемого металла [11].

Диаметр электрода выбирается в зависимости от толщины свариваемых элементов, геометрии сварного соединения и положения сварки в пространстве. Для выбора диаметра электрода можно использовать ориентировочные данные[12].

Для толщины свариваемых элементов от 1 до 3 мм следует использовать сварочную проволоку диаметром 0,8 мм[13].

При полуавтоматической сварке в CO_2 разрабатываемой конструкции

будем использовать электродную проволоку диаметром 0,8 мм.

Расчет сварочного тока при сварке проволокой сплошного сечения производится по формуле:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \times d_{\text{э}}^2 \times a}{4} \quad (2.1)$$

где $I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, А;

a – плотность тока в электродной проволоке;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

Плотность тока при сварке в углекислом газе составляет 110 А/мм²[13]

$$I_{\text{св}} = \frac{3,14 \times 0,8^2 \times 110}{4} = 75 \text{ А.}$$

Скорость подачи электродной проволоки рассчитывается по формуле

$$V_{\text{ПР}} = \frac{4 \times \alpha_{\text{р}} \times I_{\text{св}}}{\pi \times d_{\text{э}}^2 \times \rho} \quad (2.2)$$

где $V_{\text{ПР}}$ – скорость подачи электродной проволоки, м/ч;

$\alpha_{\text{р}}$ – коэффициент расплавления проволоки, г/А×ч ;

ρ – плотность металла электродной проволоки, 7,85 г/см³.

Электродная проволока выполнена из стали, а плотность стали составляет 7,85 г/см³.

Коэффициент расплавления проволоки рассчитывается по формуле

$$\alpha_{\text{р}} = 3,0 + 0,08 \frac{I_{\text{св}}}{d_{\text{э}}} \quad (2.3)$$

где $\alpha_{\text{р}}$ – коэффициент расплавления проволоки, г/А×ч ;

$I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока, А;

$d_{\text{э}}$ – диаметр электродной проволоки, мм.

Вычислим коэффициент расплавления проволоки:

$$\alpha_{\text{р}} = 3,0 + 0,08 \times \frac{75}{1,2} = 10,5 \text{ г/(А×ч)}$$

Рассчитаем скорость подачи электродной проволоки

$$V_{\text{ПР}} = \frac{4 \times 9,57 \times 75}{3,14 \times 0,8^2 \times 7,8} = 113 \text{ м/ч}$$

Масса наплавленного металла рассчитывается по формуле:

$$G_H = F_{CB} \times l \times \rho \quad (2.4)$$

где F – площадь поперечного сечения одного валика, см^2 ;

l – длина шва, см;

ρ – плотность наплавленного металла.

Площадь поперечного сечения валика для каждого типа соединения вычисляется

$$F_{C2} = S \times b + 0,75 \times (e \times g), \quad (2.5)$$

где F_{C2} – площадь поперечного сечения валика для соединения C2, мм^2 ;

S – толщина свариваемых деталей, мм;

b – зазор между деталями, мм;

e – ширина валика, мм;

g – высота валика, мм.

$$F_{T1} = 0,5 \times K^2 + 1,05 \times K, \quad (2.6)$$

где F_{T1} – площадь поперечного сечения валика для соединения T1, мм^2 ;

K – катет шва, мм.

$$F_{y4} = K^2 + 2,1 \times K, \quad (2.7)$$

где F_{y4} – площадь поперечного сечения валика для соединения T3, мм^2 ;

$$F_{H1} = 0,5 \times K^2 + 1,05 \times K,$$

где F_{H1} – площадь поперечного сечения валика для соединения H1, мм^2

Подставив числовые значения, вычислим площади поперечного сечения валиков

$$F_{C2} = 4,5 \times 0 + 0,75 \times 10 \times 1,5 = 11,2 \text{ мм}^2;$$

$$F_{T1} = 0,5 \times 4^2 + 1,05 \times 4 = 12,2 \text{ мм}^2;$$

$$F_{y4} = 3^2 + 2,1 \times 3 = 15,3 \text{ мм}^2;$$

$$F_{H1} = 0,5 \times 4^2 + 1,05 \times 4 = 12,2 \text{ мм}^2.$$

Напряжение дуги и вылет электродной проволоки выбираются в зависимости от силы сварочного тока из табличных данных [11], в данном случае напряжение дуги составляет 23 В, вылет электродной проволоки составляет 8

– 15 мм (уменьшается с повышением сварочного тока).

При сварке углом назад в пределах 5 – 10 °. улучшается видимость зоны сварки, повышается глубина провара и наплавленный металл получается более плотным. При сварке углом вперед труднее наблюдать за формированием шва, но лучше наблюдать за свариваемыми кромками и направлять электрод точно по зазорам. Ширина валика при этом возрастает, а глубина провара уменьшается. Этот способ рекомендуется применять при сварке тонкого металла, где существует опасность сквозного прожога [11].

Скорость сварки устанавливается самим сварщиком в зависимости от толщины металла и необходимой площади поперечного сечения шва. При слишком большой скорости сварки конец электрода может выйти из-под зоны защиты газом и окислиться на воздухе, при малой скорости может произойти прожог металла. Расход углекислого газа определяют в зависимости от силы тока, скорости сварки, типа соединения и вылета электрода. Согласно справочным данным для выбранных режимов сварки средний расход углекислого газа составит от 8 до 12 л/мин [11].

Выбранные параметры режима полуавтоматической сварки в CO₂ сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Выбранные параметры режима сварки в CO₂

Параметр	Значение
Род тока	постоянный
Полярность тока	обратная
Диаметр электродной проволоки, мм	0,8
Сила сварочного тока, А	75
Напряжение дуги, В	23
Скорость подачи проволоки, м/ч	115
Вылет электрода, мм	8 - 15
Расход углекислого газа, л/мин	12
Наклон электрода относительно шва, град	0 - 30

2.5 Выбор и обоснование сварочных материалов

Марку электродной проволоки выбирают в зависимости от химического состава и свойств материала свариваемых заготовок. При этом стремятся, чтобы механические свойства металла шва, полученного при сварке выбранным электродом, были равноценны свойствам свариваемого металла.

Оптимальные механические свойства сварного соединения и высокая стойкость его против кристаллизационных трещин и пор при сварке кипящей и спокойной низкоуглеродистой стали в углекислом газе обеспечиваются применением электродной проволоки Св-08ГС ГОСТ 2246-70, проволока поставляется в катушках по 18 кг. Внешний вид представлен на рисунке 2.5.

Химический состав сварочной проволоки Св-08ГС по ГОСТ 2246-70 приведен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Химический состав сварочной проволоки Св-08ГС

В процентах

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
не более 0,10	0,60-0,85	1,40-1,70	не более 0,20	не более 0,25	не более 0,025	не более 0,025

При сварке разрабатываемой конструкции используется двуокись углерода первого или высшего сорта. Согласно ГОСТ 8050-85 физико-химические показатели двуокиси углерода должны соответствовать указанным в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Физико-химические показатели двуокиси углерода

Наименование показателя	Норма	
	Высший сорт	Первый сорт
Объемная доля двуокиси углерода (CO ₂), %, не менее	99,8	99,5
Объемная доля окиси углерода (CO), %	-	-
Массовая концентрация минеральных масел и механических примесей, мг/кг, не более	0,1	0,1
Массовая концентрация водяных паров при температуре 20 °С и давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), г/м ³ , не более, что соответствует температуре насыщения двуокиси углерода водяными парами при давлении 101,3 кПа (760 мм рт. ст.) при температуре 20 °С, не более	0,037	0,184
	Минус 48	Минус 34

Для сварки в углекислом газе используется двуокись углерода, поставляемая по ГОСТ 8050-85. Углекислый газ для сварки поставляется в баллонах при давлении 50 – 60 атм., где он находится в сжиженном состоянии.



Рисунок 2.5 – Катушка проволоки CB08Г2С производства ESAB

2.6 Выбор сварочного оборудования

Для выполнения сварочных работ необходим полный комплекс оборудования, обеспечивающего получение швов высокого качества и требуемой конфигурации согласно технической документации.

Сварочное оборудование выбирается в зависимости от режимов, на которых будет осуществлена сварка.

Основным сварочным оборудованием при полуавтоматической сварке в среде углекислого газа являются сварочные полуавтоматы.

Для механизированной сварки в среде углекислого газа используется комплектный многофункциональный инвертор Сварог-MIG 3500. Механизм закрытого типа, «автономный», в корпусе которого размещено падающее устройство, блок управления сварочным процессом, газовый клапан, тормозное устройство и катушка. На лицевой панели-ручки управления скоростью подачи проволоки, напряжением на дуге.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика полуавтомата MIG 3500

Параметры	Значения
Размещение кассеты	Закрытое
Сварочный ток	50 - 350
Размещение блока управления	В механизме
Напряжение питания током двигателя и пневмоклапана, В	24
Мощность двигателя, Вт	120
Скорость подачи проволоки м/ч (м/мин)	75...900 (1.5...15)
Количество роликов (приводных)	4
Диаметр проволоки, мм	0.6...1.2
Наружный диаметр кассеты, мм	200;300
Масса с кассетой, кг	51
Габариты, мм	900×400×670

Внешний вид многофункционального инвертора Сварог-MIG 3500 представлен на рисунке 2.6.



Рисунок 2.6 – Комплектный многофункциональный инвертор Сварог-MIG 3500

2.7 Последовательность сборки и сварки конструкции

Все детали конструкции приходят из механического цеха (заготовительного участка) на участок сборки и сварки по габаритным размерам.

На первом этапе производят сборку и сварку подузлов конструкции, в следующей последовательности:

- 1 Зачистка и обезжиривание посадочных мест и свариваемых кромок;
- 2 Установка деталей на сборочно-сварочном приспособлении;
- 3 Контроль правильности установки с помощью шаблонов;
- 4 Сварка подузла;
- 5 Зачистка сварочных швов от шлака;
- 6 Визуально оптический контроль.
- 7 Отправка на склад готовых подузлов.

На втором этапе производят сборку и сварку узлов конструкции.

9 Прошедшие контроль качества после выполнения сборки и сварки узлы отправляются в цех окраски, после окраски на склад готовой продукции.

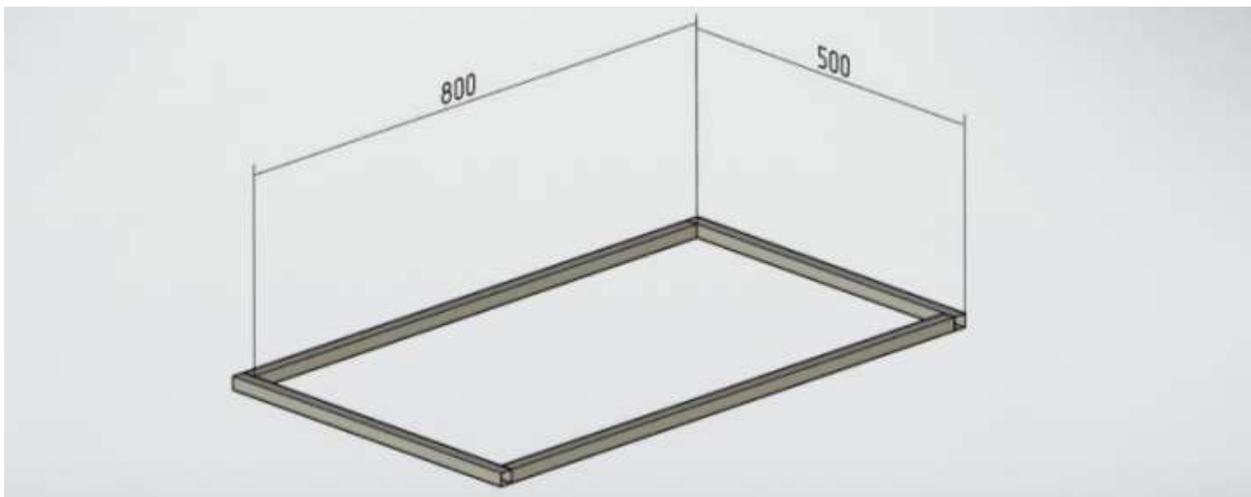


Рисунок 2.7 – Узел №1 нижнее основание корпуса

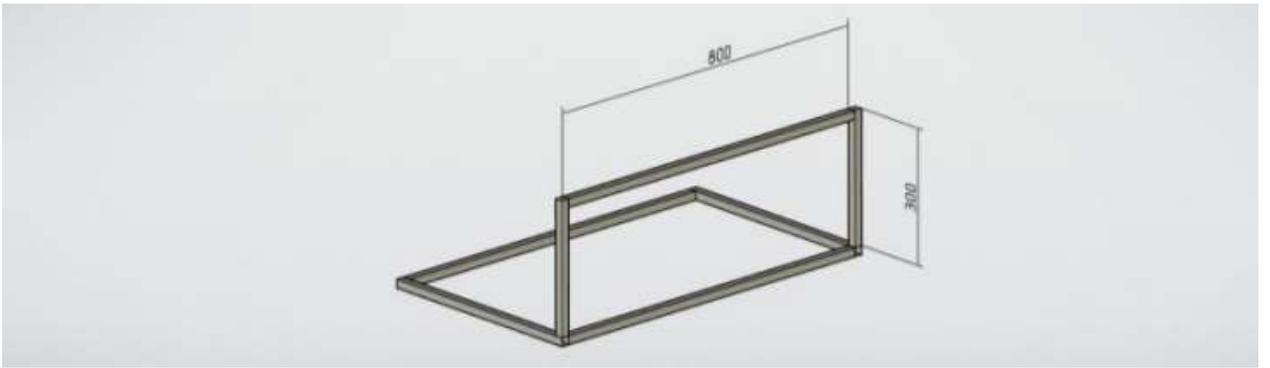


Рисунок 2.8 – Узел №2 соединение с передней частью каркаса

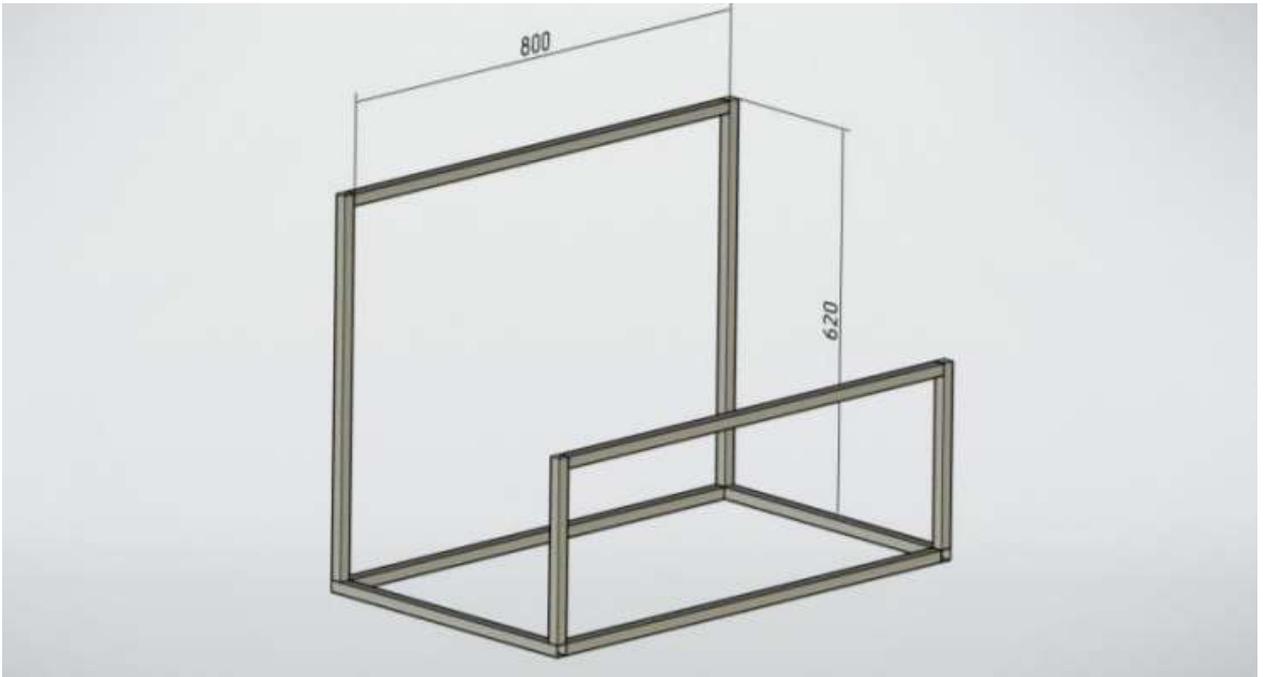


Рисунок 2.9 – Узел №3 соединение с задней частью корпуса

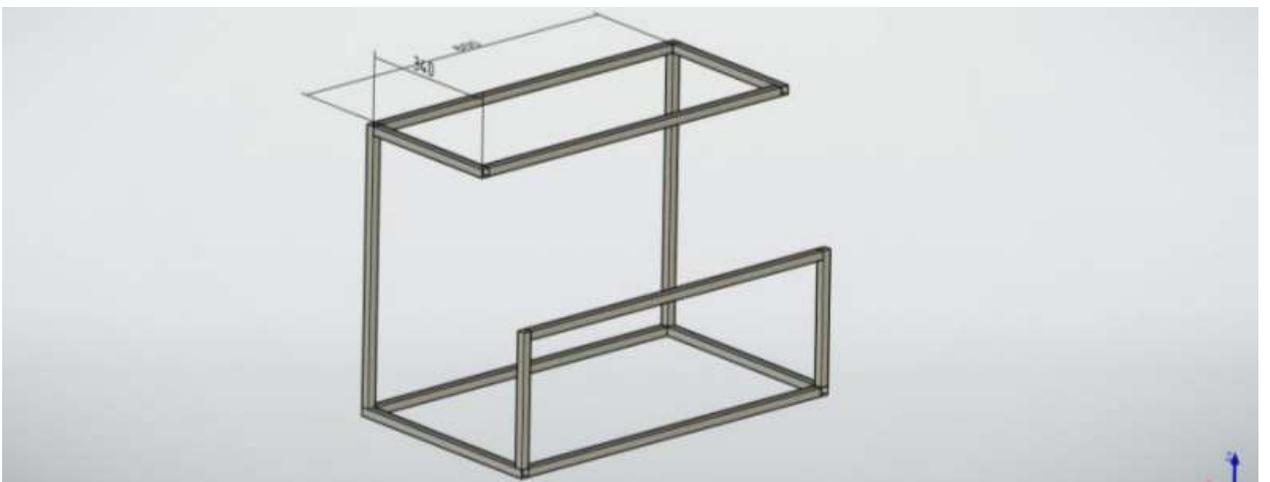


Рисунок 2.10 – Узел №4 соединение с верхней частью корпуса

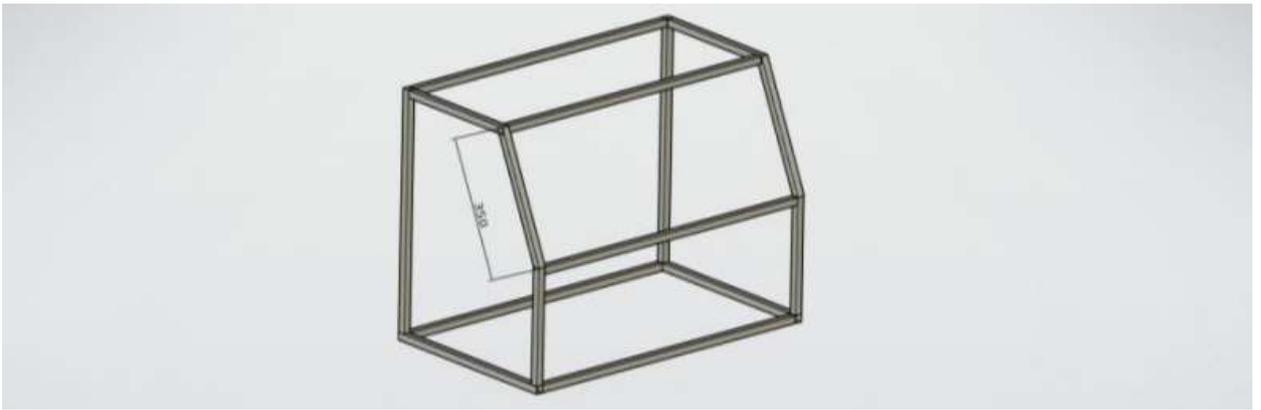


Рисунок 2.11 – Узел №5 установка связей рамки

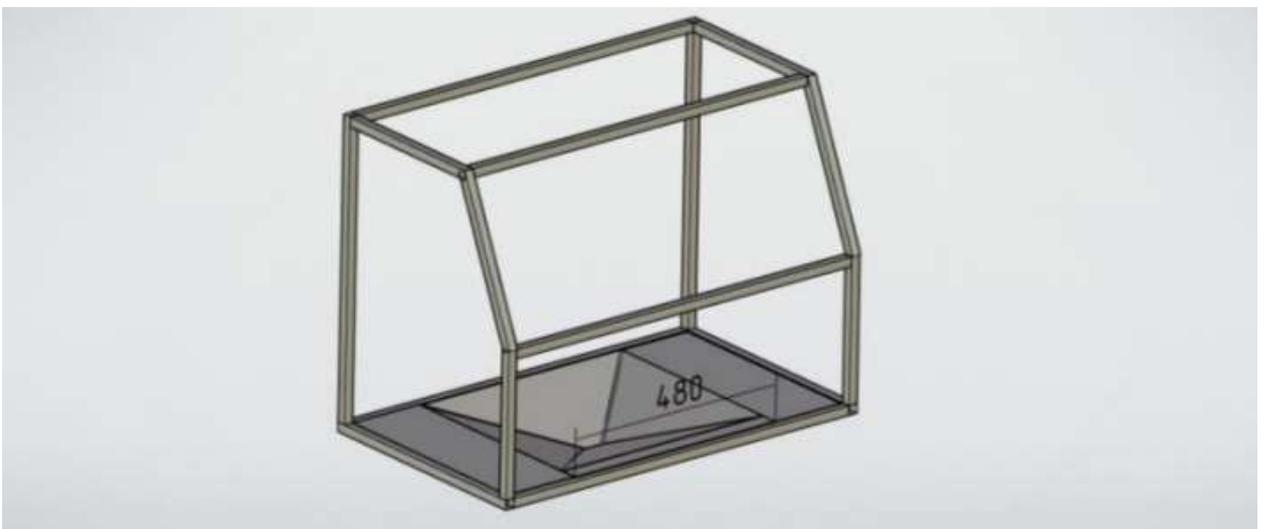


Рисунок 2.12 – Узел №6 установка абразивного днища

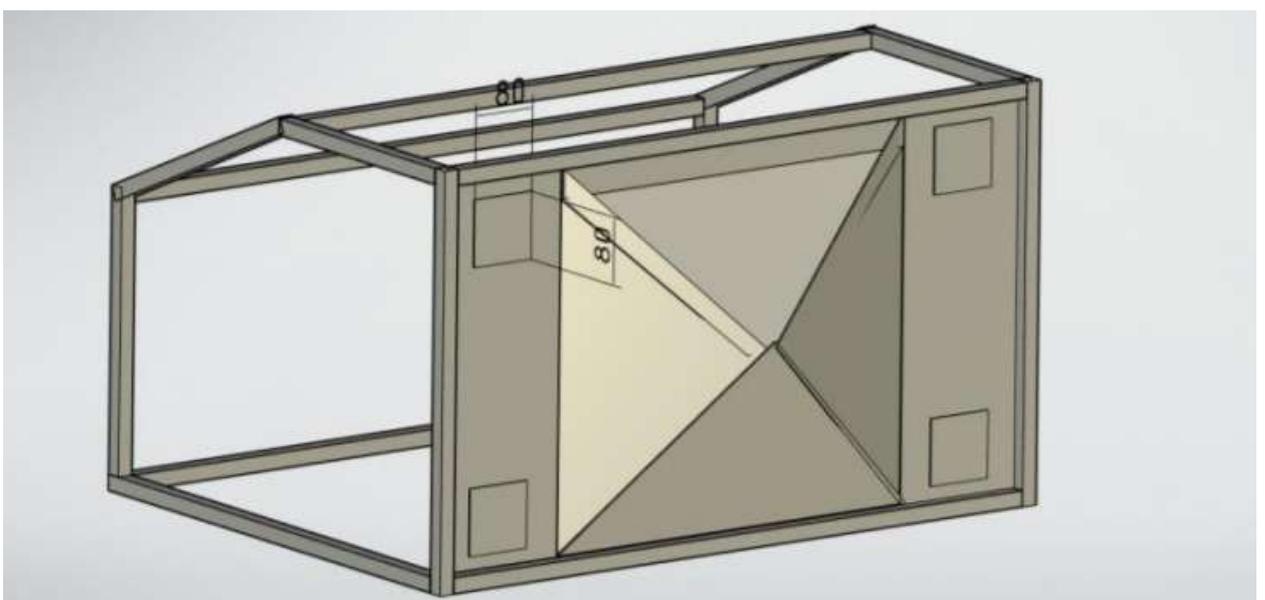


Рисунок 2.13 – Узел №7 установка усиления опор



Рисунок 2.14 – Узел №8 установка опор



Рисунок 2.15 – Узел №9 установка смотрового лючка



Рисунок 2.16 – Узел №10 установка петель дверки

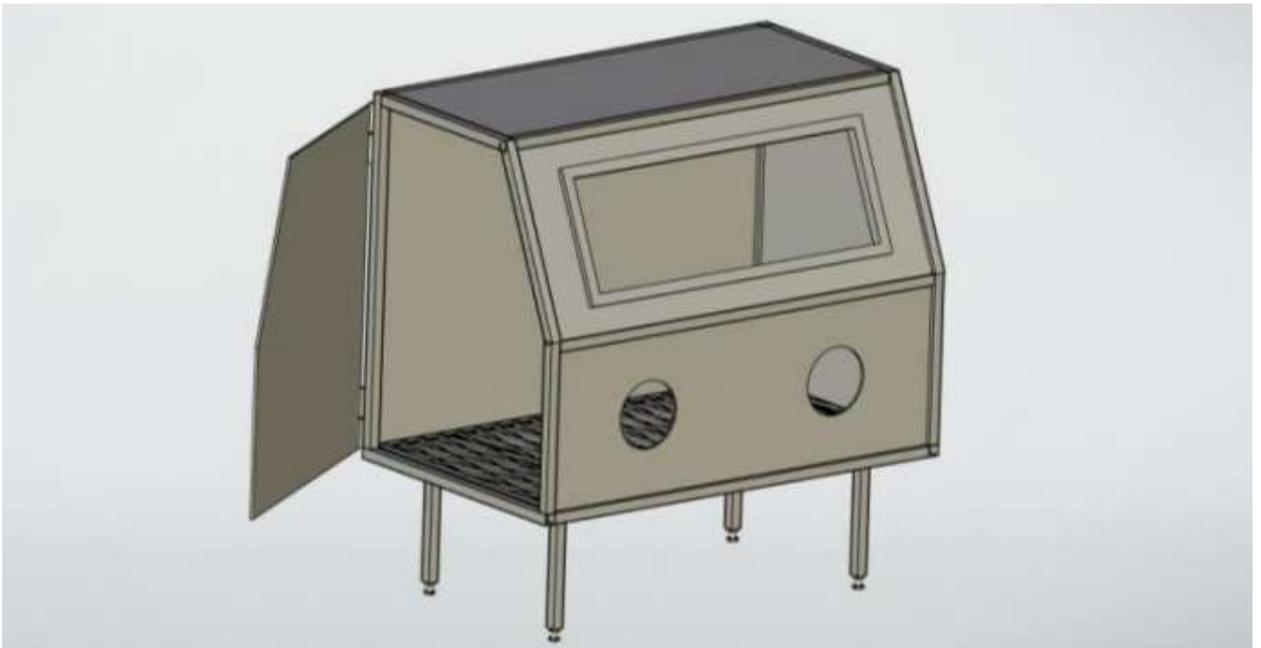


Рисунок 2.17 – Узел №16 установка обшивочных листов

3.3 Планировка участка сборки и сварки

Компоновка участков сборочно-сварочных цехов зависят от серийности производства сварных конструкций, определяемая годовым объемом выпуска деталей.

При проектировании сборочно-сварочного цеха в качестве основного показателя принимают его проектную производственную мощность.

Для мелкосерийного и серийного производства относительно несложных металлоконструкций при небольшой и устойчивой номенклатуре нашла применение схема цеха с продольным направлением производственного потока.

Из заготовительного производства, заготовки поступают на склад комплектации (промежуточный склад), откуда скомплектованными по заказам они могут выдаваться в один из пролетов сборки и сварки узлов. Готовые сварные узлы поступают на участки сборки и сварки конструкций, а после завершения изготовления - на склад готовой продукции или на дальнейшую сборку, установку оборудования, отделку.

Преимуществом данного варианта планировки являются простота и ясность схемы грузопотоков, совпадающих с направлением технологического потока, отсутствие возвратных перемещений грузов.

Другим характерным примером типовой планировки является схема цеха для крупносерийного производства сложных однотипных сварных конструкций.

Основным отличием этой схемы планировки от предыдущей является расположение производства общей сборки конструкций в пролете, поперечном по отношению к пролетам заготовительного производства и пролетам сборки и сварки узлов.

Схема цеха облегчает решение транспортных проблем в условиях крупносерийного и массового производства, а также в условиях поточных,

автоматизированных и роботизированных технологических линий, включающих операции заготовительного производства и механической обработки узлов после сварки. Промежуточный склад заготовок, перенесенный к пролету общей сборки, в котором может размещаться главный сборочный конвейер, позволяет создать необходимый запас узлов и деталей для обеспечения непрерывной работы пролета общей сборки при возможных перерывах в работе других пролетов.

Планировка участка сборки и сварки представлена на рисунке 3.10.

Таблица 3.8 – Перечень используемого оборудования

№	Наименование	Тип и модель	Кол-во, шт	Размеры, мм	Площадь, м
1	Баллон с углекислотой	CO2	1	219x1400	0,3
2	Сварочный аппарат	MIG 3500 (J93)	1	900x400x670	0,24
3	Сборочно-сварочный стол	СМС	1	2000x1000	2
4	Стеллаж	РП-50	1	2100x1500x500	1,3
5	Шкаф для хранения спец-одежды	ТМ	1	1830x600x500	0,54
6	Листогибочный станок	Decker РНТ - 200 PRO	1	1850x600x1000	1,11
7	Вертикально-сверлильный станок	СПЕЦ ССВ-350	1	400x500x800	0,16
8	Станок заточной	Кратон ВГ 560/200	1	415x263x295	0,03
9	Гидравлическая гильотина	НГ16Г.01	1	2000x1000x720	1,44
10	Кран-балка	Подвесной	1	11000x2000	22

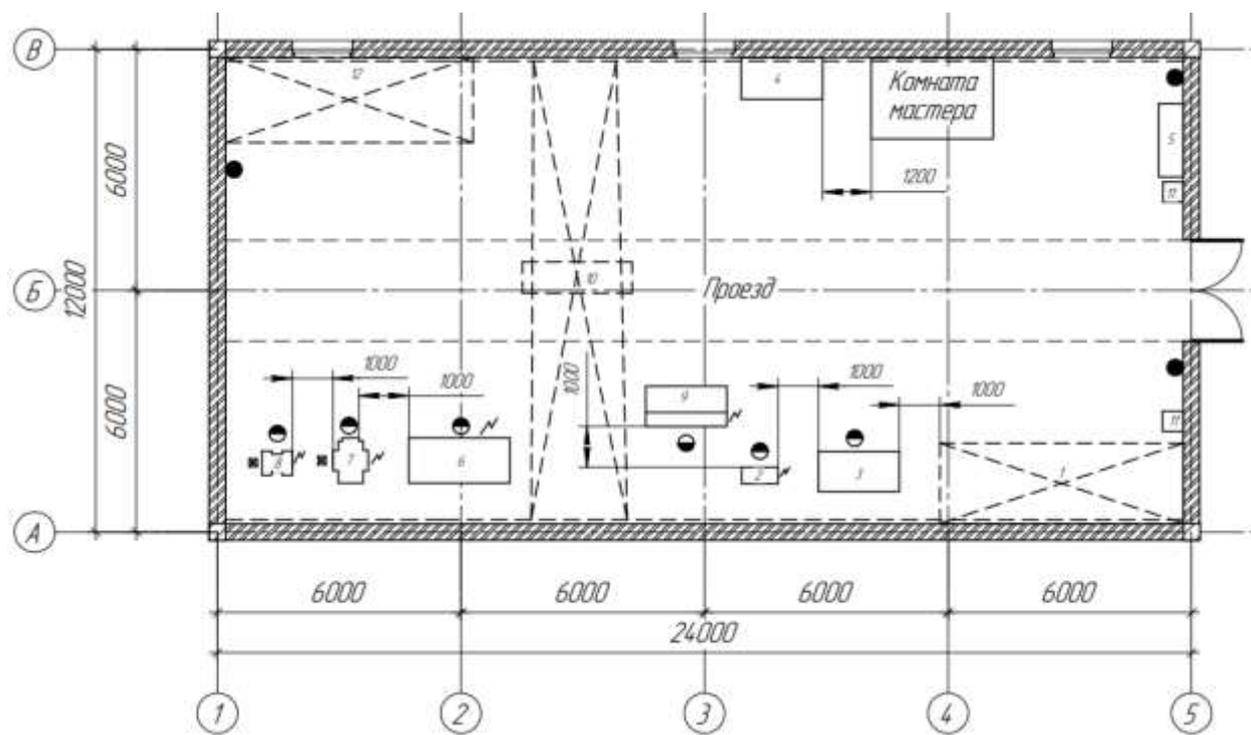


Рисунок 3.10 – Планировка участка сборки и сварки пескоструйной камеры