

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-
шего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Сварка, обработка материалов давлением и родственные
процессы»

(наименование)

15.03.01 «Машиностроение»

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Оборудование и технология сварочного производства»

(направленность (профиль)/специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Разработка технологии сварки полуприцепа контейнеровоза

Студент

Е.И. Феофанов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент А.Л. Федоров

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

к.т.н., доцент О.М. Сярова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

Бакалаврская работа «Разработка технологии сборки и сварки полуприцепа контейнеровоза» – 58 стр., 16 иллюстраций, 28 таблиц.

При анализе альтернативных способов сварки были рассмотрены: ручная дуговая сварка штучными электродами, механизированная сварка в защитных газах проволокой сплошного сечения, сварка самозащитной порошковой проволокой. Принято решение в проектной технологии сварки применить механизированную сварку в защитном газе проволокой сплошного сечения.

В выпускной квалификационной работе решены задачи: 1) разработать способ механизированной сварки в углекислом газе, позволяющий повысить качество выполняемых швов; 2) разработать приспособление для сборки и сварки изделия; 3) составить технологический процесс сборки и сварки.

Выполнен анализ проектной технологии ремонтной сварки на предмет наличия опасных и вредных производственных факторов.

Рассчитанный годовой экономический эффект с учетом капитальных вложений составляет 1,4 млн. рублей.

Содержание

Введение.....	5
1 Аналитическая часть.....	6
1.1 Назначение и характеристика конструкции, ее конструктивно-технологический анализ.....	6
1.2 Анализ базового варианта технологического процесса по сборке и сварке конструкции.....	12
1.3 Технические условия на заготовку, сборку и сварку конструкции.....	12
1.4 Требования, предъявляемые к квалификации персонала, основным и сварочным материалам, оборудованию.....	12
1.5 Обоснование выбора материала для изготовления конструкции.....	14
1.6 Выбор и технико-экономическое обоснование способа сварки.....	15
1.7 Выбор и обоснование сварочных материалов.....	20
2 Технологическая часть.....	22
2.1 Заготовительные операции.....	22
2.1.1 Выбор и обоснование выбора оборудования для заготовки деталей и транспортировки.....	22
2.1.2 Маршрутная технология заготовки деталей.....	22
2.2 Технология сборки и сварки конструкции.....	23
2.2.1 Выбор, обоснование и расчет режимов сварки.....	23
2.2.2 Выбор и обоснование сварочного оборудования.....	25
2.2.3 Разработка технологических карт сварки основных сварных узлов.....	27
2.3 Конструирование, расчет и описание сборочно-сварочного приспособления.....	30
2.3.1 Расчет усилий прижатия и конструктивных параметров прижимных устройств.....	30
2.3.2 Описание принципа работы технологического оснащения.....	31
2.4 Разработка маршрутной технологии сборки и сварки изделия.....	31

2.5	Разработка, описание методов контроля качества сварных соединений, критериев и норм оценки дефектов и организация технического контроля	32
2.6.	Методы исправления дефектов сварных швов	34
3	Проектная часть	35
3.1	Назначение участка и его роль в общем процессе изготовления конструкции	35
3.2	Определение расчётной годовой программы участка	36
3.3	Основные положения по организации производства и технологии изготовления типовых узлов и секций	36
3.4	Расчет трудоемкости работ участка, количества рабочих мест, оборудования и работающих	36
3.4.1	Расчет технологической трудоемкости изготовления рамы полуприцепа	36
3.4.2	Расчет количества производственного оборудования	37
3.4.3	Расчет количества основных рабочих	39
3.4.4	Определение состава и численности рабочих	42
3.5	Разработка компоновочной схемы сборочно-сварочного участка. Расчет площади, выбор размеров и числа пролетов участка, выбор подъемно-транспортных механизмов участка	44
3.5.1	Расчёт общей площади участка, выбор размеров и числа пролётов участка	44
3.5.2	Расчет и планировка цеховых складов и кладовых	45
3.6	Расчёт годовой потребности участка в основных и вспомогательных материалах	49
3.7	Техника безопасности и охрана труда	50
3.8	Технико-экономические показатели проекта участка и их анализ	53
	Заключение	57
	Список используемой литературы	58

ВВЕДЕНИЕ

Рама транспортных средств выступает важнейшим несущим их конструктивным элементом, воспринимающим все нагрузки, которые возникают при движении транспортных средств. Также несущая система транспортных средств является базой крепления их агрегатов и узлов, что в силовой схеме машины определяет главенствующее несущих элементов

Выход из строя рамы из-за поломки или необратимой пластической деформации обуславливает дальнейший дорогостоящий и трудоемкий ремонт. Таким образом, применение передовых технических решений при проектировании технологии сварки рам транспортных средств является актуальным.

Важнейшим аспектом развития и совершенствования сварочного производства выступает проектирование сварочных участков или цехов, с учетом проектных работ по реконструкции, техническом перевооружении и расширении действующего производства. Проектирование является ответственным и сложным комплексом разработок и расчетов, которые ведутся на основе современных достижений науки и техники, опыта эксплуатации действующих цехов. Проектирование сварочных цехов и участков должно обеспечивать применение современных технологических процессов, автоматизированного оборудования, робототехнических комплексов. Здания сварочных цехов и участков следует проектировать с учетом возможности изменения технологических процессов и смены оборудования при его реконструкции, которая является вполне реальной с учетом быстрого развития такой отрасли человеческой деятельности как автомобилестроение..

На основании вышеизложенного сформулируем цель выпускной квалификационной работы следующим образом – разработка технологических процессов сборки и сварки металлоконструкций полуприцепа контейнеровоза и проектирование участка для реализации технологических процессов.

1 Аналитическая часть

1.1 Назначение и характеристика конструкции, ее конструктивно-технологический анализ

Особенности рамных конструкций транспортных машин.

Рамы транспортных машин принято делить на два типа, это: лонжеронные рамы; хребтовые рамы [1].

Оставляя в стороне хребтовые рамы, как не получившие распространения в отечественном автотракторостроении, перейдем к рассмотрению рам лонжеронного типа.

Типичными представителями конструкций лонжеронного типа является рассматриваемая в работе рама полуприцепа контейнеровоза (рисунок 1.1).

Места расположения поперечин Лонжеронные рамы согласуют с особенностями компоновки, сохраняя, однако, более или менее регулярный характер. Рамы полуприцепов относятся к неплоским конструкциям (см. рисунок 1.1). В рассматриваемой раме конструкция выполнена гребельного типа.

Таким образом, характерной особенностью конструкций рамных несущих систем является наличие двух развитых лонжеронов, соединенных между собой дискретными связями - поперечинами.

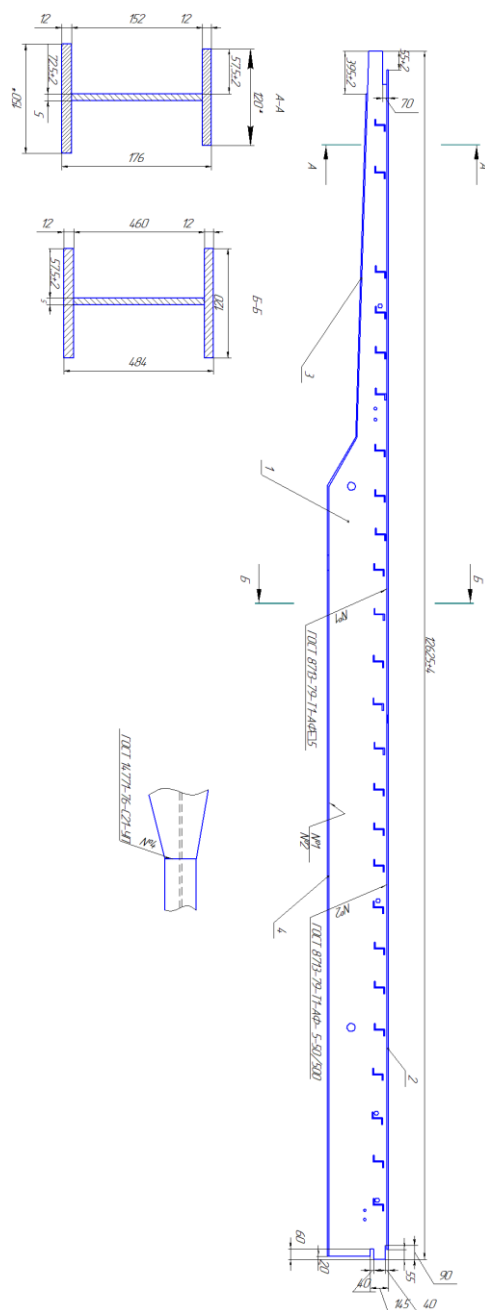


Рисунок 1.1 – Рама полуприцепа контейнеровоза

На рисунке 1.2 приведены методы установки сваркой к лонжерону ко-
рытного сечения поперечин прямоугольного профиля. Сварные конструкции
таких отгибов не имеют.

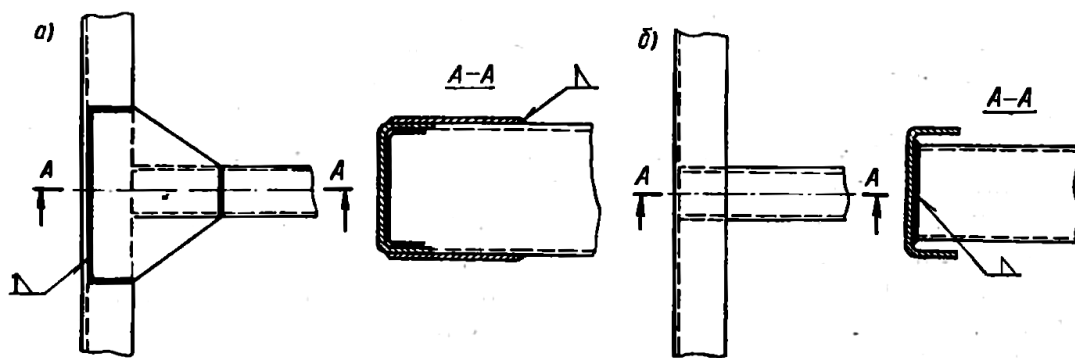


Рисунок 1.2 - Способ крепления сваркой поперечин закрытого прямоугольного профиля к лонжерону корытного сечения

Для учета технологических и эксплуатационных особенностей, а также масштабного фактора вводится поправка в величину предела выносливости стандартного лабораторного образца. Поправка осуществляется путем умножения предела выносливости на некоторый коэффициент [8], меньший единицы, т. е.

$$\sigma'_r = \varepsilon_n \cdot \sigma_r, \quad (1.1)$$

где σ'_r - приведенный (откорректированный) предел усталости;

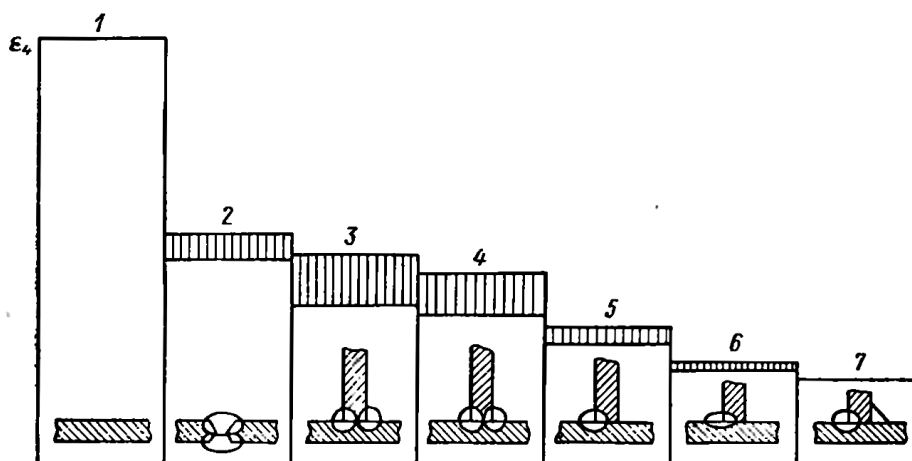
σ_r - предел усталости лабораторного образца;

ε_n - коэффициент поправочный.

Поправочный коэффициент учитывает технологические факторы сборки.

На величину этого коэффициента (обозначим его ε_4) в существенной мере влияет принятая технология сборки. Так, даже среди сварных конструкций коэффициент ε_4 показывает большие колебания. Величина этого коэффициента для сварных конструкций в зависимости от типа сварного шва для симметричного цикла нагружения приведена на рисунке 1.3 [7]. На этом рисунке показано изменение предела усталости различных типов сварных со-

единений относительно основного металла. Заштрихованные области соответствуют величине рассеяния экспериментальных данных. На долговечность сварных стыковых соединений существенное влияние оказывает угол, образуемый касательной к шву и поверхности металла.



1 - гладкий образец, $\varepsilon_4 = 1$; 2 - стыковой шов, $\varepsilon_4 = 0,48 \text{ ч } 0,54$; 3 - двусторонний непрерывный угловой шов, $\varepsilon_4 = 0,374 \text{ ч } 0,49$; 4 - двусторонний прерывистый угловой шов, $\varepsilon_4 = 0,35 \text{ ч } 0,45$; 5 - односторонний непрерывный угловой шов, $\varepsilon_4 = 0,28 \text{ ч } 0,32$; 6 - односторонний прерывистый угловой шов, $\varepsilon_4 = 0,22 \text{ ч } 0,24$; 7 - двусторонний прерывистый точечный шов, $\varepsilon_4 = 0,2$

Рисунок 1.3 - Зависимость коэффициента ε_4 от типа сварного шва

На рисунке 1.4 приведена зависимость коэффициента ε_4 от указанного угла 0° .

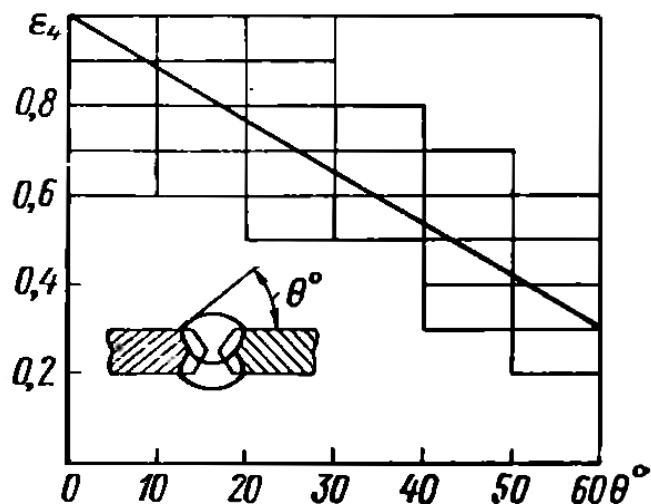


Рисунок 1.4 - Зависимость ϵ_4 от угла наклона касательной к сварному шву стыкового соединения

Приведенные на рисунках 1.3, 1.4 зависимости справедливы практически для всех свариваемых углеродистых и низколегированных сталей. Различные непровары и другие дефекты в сварных швах также влияют на циклическую долговечность сварных соединений.

Рассмотрим свариваемость материала рамы полуприцепа. Анализ свариваемости стали позволит выбрать подходящие способы и режимы сварки. Согласно применяемым на практике методикам оценки свариваемости материалы, не способные соединяться сваркой одним способом могут быть успешно соединены другим способом. Или посредством применения специальных технологических приемов. Это следует из того, что методики оценки свариваемости учитывают свойства свариваемого материала, технологию сварки, конструктивные особенности сварного узла и особенности его эксплуатации.

Следовательно, меняя способ или конструкцию, можно получить вполне работоспособный при данных условиях сварной узел.

Однако при этом следует помнить, что все указанные в документации эксплуатационные требования на конкретный сварной узел должны выпол-

няться. Если анализируемый способ сварки не позволяет обеспечить выполнение хотя бы одного показателя, из предъявляемых к сварному узлу, то анализируемый способ не обеспечивает свариваемость. Но если другой способ обеспечивает выполнение всех эксплуатационных требований к сварному узлу, то данный способ обеспечивает свариваемость.

Подытоживая можно сделать вывод, что одним способом сварки можно обеспечить свариваемость материала для одних условий эксплуатации, но для других условий эксплуатации тот же способ свариваемость не обеспечит. Также можно сделать вывод, что при одних эксплуатационных требованиях одна конструкция сварного соединения обеспечивает их выполнение и материал свариваемостью обладает. А при другой конструкции эксплуатационные требования не выполняются и материал может быть признан не обладающим свариваемостью.

Поэтому применяемые для оценки свариваемости методики характеризуются комплексностью. Тем не менее, при количественной оценке свариваемости в расчетных формулах, в первую очередь, учитывается содержание тех или иных химических элементов в соединяемом материале. При определении свариваемости, например, сталей, выполняют расчет т.н. углеродного эквивалента. Для низкоуглеродистых и низколегированных сталей расчет углеродного эквивалента выполняют по следующей зависимости [8]:

$$C_3 = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr}{5} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cu}{13} + \frac{V}{14} + \frac{P}{2},$$

Однако для исследуемой стали содержание углерода около 1 процента, поэтому используем формулу определения показателя Уилкинсона [6]:

$$HCC = \frac{C \left(S + P + \frac{Si}{25} + \frac{Ni}{100} \right) 10^3}{3Mn + Cr + Mo + V},$$

Если показатель превышает 4, есть риск появления горячих трещин.

1.2 Анализ базового варианта технологического процесса по сборке и сварке конструкции

Базовый технологический процесс изготовления рамы полуприцепа состоит в следующем:

1. Подготовка металла.
2. Разметка и резка заготовок.
3. Обработка деталей-заготовок.
4. Сборка и сварка.
5. Обработка лакокрасочными материалами.

1.3 Технические условия на заготовку, сборку и сварку конструкции

Конструкция должна отвечать общим техническим условиям на металлоконструкции, в которых указаны:

- материал будущей конструкции;
- типы электродов, применяемых при сварке конструкции;
- допуски отклонений на размеры, которые необходимо выдержать по чертежам при изготовлении конструкции;
- допуски отклонений от прямолинейности изготовленной конструкции, ее отдельных узлов и элементов;
- способы испытания конструкции и сварных швов для проверки качества изделия.

Все, перечисленные выше технические условия, рассмотрены ниже.

1.4 Требования, предъявляемые к квалификации персонала, основным и сварочным материалам, оборудованию

Требования, предъявляемые к квалификации персонала.

Сварку стальных должны производить сварщики, которые имеют удостоверение на осуществление сварочных работ.

К сварочным работам металлоконструкций из сталей с пределом текучести 390 МПа допускаются рабочие-сварщики, допущенные к сварочным работам этих сталей.

Для производства работ механизированным способом сварки допускаются операторы-сварщики, которые прошли специальный теоретический и практический курс подготовки и сдавшие экзамены на право осуществления этих работ.

Сварщики всех квалификаций и специальностей должны сдать экзамены по электробезопасности на 2-ю квалификационную группу. Также все сварщики должны сдать экзамены по технике безопасности и противопожарным мероприятиям.

Сварщик, который впервые приступает к сварочным работам на данном предприятии должен сварить пробные образцы. Сварку пробных образцов следует проводить в условиях, сходных с теми, в которых будет производиться сварка реальных конструкций.

Число и конструкция пробных образцов определяется, в зависимости от квалификации сварщика и типов производственных соединений, руководителем сварочных работ. Качество пробных сварных соединений на предмет формирования шва и определения сплошности определяется визуально, или с помощью неразрушающих физических методов контроля - при необходимости.

Качество пробных соединений следует определять по нормам, которые предусмотрены для таких же реальных производственных соединений.

Сварщики допускаются к видам сварочных работ, указанным в удостоверении. В этом документе, в соответствии с "Правилами аттестации сварщиков", должны быть перечислены группы марок сталей или марки сталей, к сварке которых сварщик допускается.

Подготовку таких специалистов должны проводить подразделения профессиональной подготовки организации или специальные учебные заведения.

1.5 Обоснование выбора материала для изготовления конструкции

Выбор и характеристики основного материала.

Для сварных металлических строительных конструкций рекомендуется использовать сталь С245.

Характеристики стали приведены в таблицах 1.1-1.3.

Таблица 1.1 - Характеристика стали С245

Марка стали	С245 Сталь для изготовления строительных конструкций, проката
Заменители	СтЗпс5, СтЗсп5

Таблица 1.2 - Химический состав стали С245 в соответствии с ГОСТ 27772–88

С в %	Si в %	Mn в %	Ni в %	S в %	P в %	Cr в %	N в %	Cu в %
до 0,230	0,060 – 0,160	до 0,660	до 0,250	до 0,060	до 0,050	до 0,250	до 0,0130	до 0,320

Допускается содержание марганца до 0,85 %

Технологические свойства материала С245: свариваемость без ограничений.

Таблица 1.3 - Механические свойства стали С245 при температуре 20 °С

Предел кратковременной прочности σ_B , МПа	Значение предела пропорциональности, σ_T , МПа	Значение относительного удлинения стали при разрыве d_5 , %
---------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------

1.6 Выбор и технико-экономическое обоснование способа сварки

Конструктивно сварные соединения бывают встык (рисунок 1.5, а, б), внахлестку (рисунок 1.5, в -д), комбинированные (рисунок 1.5, е) и впритык (рисунок 1.5, ж, з).

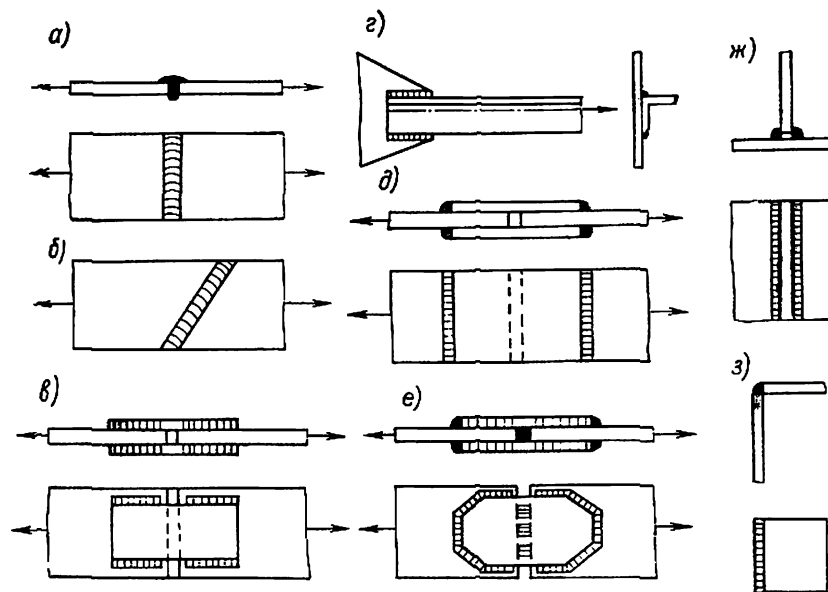


Рисунок 1.5 – Конструкции сварных соединений

Соединение встык производят швами стыковыми за счет заполнения сварочным металлом зон между соединяемыми сваркой элементами, остальные - угловыми (валиковыми) швами, заполняя угол, образованный поверхностями соединяемых элементов.

Сварные швы, разрушение которых влечет за собой выход конструкции из строя, называются рабочими (см., например, рис. 1.5, а-ж). Они должны быть рассчитаны на прочность по действующему усилию. Швы, работающие совместно с основным металлом и в большинстве случаев не влияющие на прочность конструкции, называются связующими (см., например, рис. 1.5, з),

их назначают конструктивно.

Соединения встык.

Соединение встык является наиболее простым и надежным сварным соединением. В зависимости от толщины соединяемых элементов и способа сварки его осуществляют без обработки кромок или с обработкой по одному из типов по ГОСТ 5264-69 и ГОСТ 8713-70.

Факторы, которые формируют качество соединений приведены на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 - Факторы, формирующие качество соединений

Стадии выбора рациональных факторов технологической инновации приведены на рисунке 1.77.

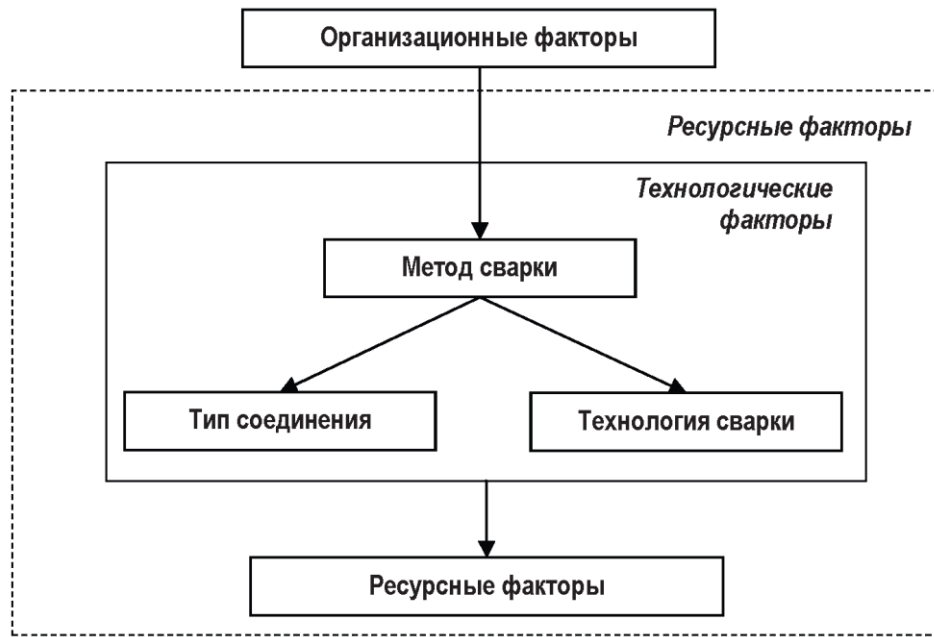


Рисунок 1.7 - Стадии выбора рациональных факторов технологической инновации

Расчетные зависимости приведены ниже.

- удельная энергия

$$q_0 = \frac{\Sigma(Q_{св} + Q_{всп})}{s}, \quad (1.1)$$

где $Q_{св}$ - термическая эффективная мощность;

$Q_{всп}$ - электрическая энергия вспомогательная;

s - сечение шва.

- погонная энергия

$$q_{ст} = \frac{Q_{св}}{v \cdot \delta}, \quad (1.2)$$

где v - скорость;

δ - толщина.

Энергия сварочной установки

$$N = \sum(N_1 + N_2), \quad (1.3)$$

где N_1 - силовая электрическая энергия на питание установки по основной сварочной операции; N_2 - добавочные расходы электрической энергии.

- время процесса

$$\tau = \frac{\sum T}{s}, \quad (1.4)$$

где T - время на выполнение 1-го шва.

- трудоемкость

$$A = \frac{\sum HЗ}{s}, \quad (1.5)$$

где $HЗ$ - нормативные затраты.

- расход материалов

$$P_o = \frac{\sum M_o}{s}, \quad (1.6)$$

где M_o - количество основных материалов

$$P_{cs} = \frac{\sum M_{cs}}{s}, \quad (1.7)$$

где M_{cb} - количество основных и сварочных материалов.

- стоимость сварочных материалов

$$C_o = \frac{\sum C_o M_o}{s}, \quad (1.8)$$

где C_o - цена материалов основных

$$C_{cb} = \frac{\sum C_{cb} M_{cb}}{s}, \quad (1.9)$$

где C_{cb} - цена материалов сварочных

Технико-экономические характеристики вариантов представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 - Характеристики вариантов

Характеристика	I Вариант	II Вариант	III Вариант
Поперечное сечение шва, мм ²	917,0	551,0	0,350
Масса металла, наплавленного в результате сварки на 1 м шва, кг	7,20	4,480	-
Время на 1 погонный метр шва, мин.	72,0	54,0	21,0
Расход материалов на 1 погонный метр шва:			
- подкладка, кг	0,20	-	0,545
- проволока, кг	6,80	408,0	
- аргон, л	-	15	-
- газ CO ₂ , кг	8,140	-	-
Расход электроэнергии на 1 погонный метр, кВт·ч	18,40	12,80	5,430
Технологическая себестоимость 1 м стыка, руб.	1441,0	862,0	641,0

Наиболее экономичный - III вариант.

Таким образом, исходя из размеров и назначения металлоконструкции целесообразно использовать при ее изготовлении полуавтоматическую сварку в среде CO₂.

1.7 Выбор и обоснование сварочных материалов

Выбор сварочной проволоки для полуавтоматической сварки зависит от климатического района, вида свариваемого материала и технологической группы конструкций (таблица 1.7).

Таблица 1.7 - Материалы для сварных соединений стальных конструкций, выполняемые механизированными видами сварки

Технологическая группа	Климатическая зона	Марка свариваемого металла	Материалы для сварки в CO ₂ (в соответствии с ГОСТ 8050-85)
1	во всех районах	C245	Св-08Г2С
2, 3 и 4	I ₁ , I ₂ II ₂ и II ₃	C245	Св-08Г2С
2, 3 и 4	все, за исключением I ₁ , I ₂ II ₂ и II ₃	C245	Св-08Г2С

Исходя из анализа приведенного выше материала и выбранного основного материала металлоконструкции принимаем решение все сварные соединения выполнять полуавтоматической сваркой в среде CO₂ ГОСТ 8050-85 сварочной проволокой Св-08Г2С ГОСТ 2246-70*.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Заготовительные операции

2.1.1 Выбор и обоснование выбора оборудования для заготовки деталей и транспортировки

Заготовка деталей выполняется в цехе заготовительных операций.

С целью проведения заготовительных операций при производстве лонжерона будем использовать оборудование, представленное в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Оборудование для заготовительных операций

Содержание операции	Оборудование
Правка металла	Листоправильная машина модели С 1734
Резка металла	- Гильотинные ножницы модели GTP 1-123 - Шлифовальная машина BOSCH GWS 10-125 С - Лазерный комплекс Trumf TruLaser 3030
Гибка металла	Гибочный пресс
Операционный контроль	Измерительный инструмент

2.1.2 Маршрутная технология заготовки деталей

Всё изделие состоит из соответственно схожих деталей, которые изготавливают по одной технологии и, в связи с этим маршрутная технология для большинства деталей выглядит следующим образом:

1. Резка металла на лазерном комплексе по программе ЧПУ (Мощность лазерной установки – 1500 кВт, диапазон разрезаемых толщин листов металла– 0,5-16 мм).

3. Устранение брызг металла на внешней кромке с помощью абразивных кругов.

4. Гибка на гибочных прессах.

5. Контроль качества внешним осмотром.

Для зачистки профильного проката используем шлифовальную машину BOSCH GWS 10-125 C, со следующими техническими характеристиками:

- номинальная мощность 1020 Вт, диаметр круга 125 мм, вес 8,6 кг.

2.2 Технология сборки и сварки конструкции

2.2.1 Выбор, обоснование и расчет режимов сварки

Выбор сварочного материала проведен в параграфе 1.7.

Рассчитаем стыковое соединение.

Задаёмся диаметром проволоки.

Для металла толщиной 12,0 миллиметров выбираем сварочную проволоку с диаметром 1,60 миллиметров.

Сварочный ток рассчитывается по зависимости

(2.1)

где k_n - коэффициент условий сварки, в соответствии с [5] $k_n = 1,55$.

Сварочный ток

Диаметр сварочной проволоки:

$$d_s = 1,13 \sqrt{\frac{I}{j}}, \quad (2.2)$$

где j – плотность тока, по [5] $j = 200$ А/мм².

$$d_3 = 1,13 \sqrt{\frac{309}{200}} = 1,65.$$

Принимаем $d_3 = 1,6$ мм.

Напряжение сварочной дуги:

$$U_{\text{д}} = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 309 = 32 \text{ В} \quad (2.3)$$

Скорость сваривания:

где α_n – коэффициент наплавки. В соответствии с [5], принимаем $\alpha_n = 14$ г/А·ч,

γ – плотность, $\gamma = 7,8$ г/см³.

$F_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения сварочного шва.

$$F_{\text{н}} = \frac{k^2}{2} \cdot a \cdot \sin \alpha = \frac{25}{2} \cdot 1,2 \cdot 1 = 0,15 \text{ см}^2 \quad (2.4)$$

Скорость подачи проволоки для сварки:

(2.5)

где $F_{\text{эл}}$ – значение площади поперечного сечения проволоки.

Определение режимных параметров для швов № 1, 2, 3 осуществляется по традиционным соотношениям для случая автоматического способа сварки аналогичным описанному выше алгоритму.

Результаты представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Результаты расчетов режимов сварки

№ шва	Сварочный ток, $I_{св}$, А	Напряжение на сварочной дуге U , В	Диаметр сварочной проволоки, мм	Скорость $V_{св}$, м/час	Подача сварочной проволоки, м/час
1	280-360	28-32	1,6	38-42	250-290
2	280-360	28-32	1,6	38-42	250-290
3	280-360	28-32	1,6	38-42	250-290
4	280-360	28-32	1,6	38-42	250-290

2.2.2 Выбор и обоснование сварочного оборудования

Выбор основного оборудования для сварки производим в соответствии с максимальной расчетной величиной сварочного тока $I_{св}$, а также скорости .

Имеем

;

Для сварных швов №№ 1, 2, 3 принимаем к использованию сварочный автомат фирмы EWM GmbH - модель КА 2-UPP, общий вид которого приведен на рисунке 2.1.

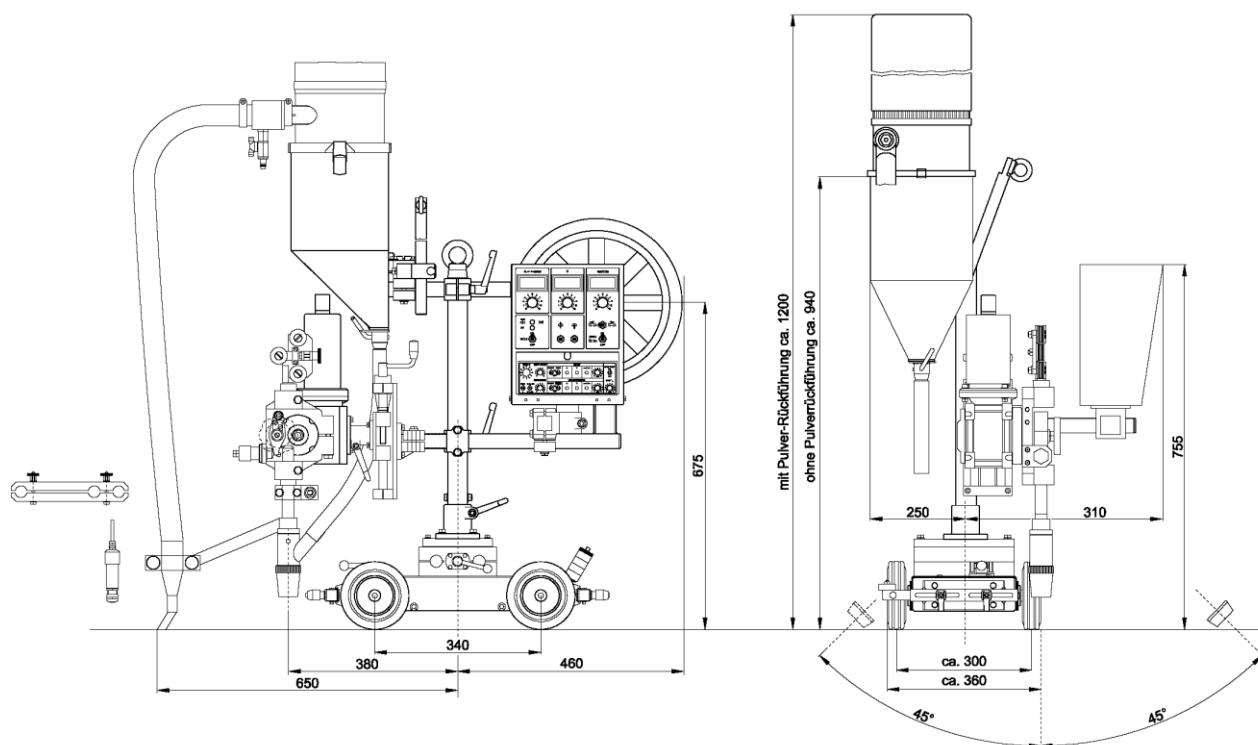


Рисунок 2.1 – Автомат КА 2-UPP

Техническая характеристика оборудования:

Номинальное сетевое напряжение - 380 В.

Пределы регулирования сварочного тока – от 60 до 800 А.

Число используемых одновременно электродов – 1.

Диаметр используемой проволоки от 1,2 до 5 мм.

Границы ступенчатого регулирования скорости подачи проволоки 17-553 м/ч.

Для выполнения остальных сварных швов рассматриваемого изделия выбираем полуавтомат фирмы «Оливер» модель NEBULA-500, приведенный на рисунке 2.2.



Рисунок 2.2 - Полуавтомат NEBULA-500 фирмы «Оливер»

Техническая характеристика оборудования:

Напряжение - $3 \times 380 \pm 15\%$ В.

Мощность - 19,5 кВт.

Пределы изменения сварочного тока – от 30 до 500 А.

Продолжительность включения - 60 ПВ %.

Напряжение х.х. - от 55 до 80 В.

Число каналов памяти – 30 шт.

Скорость подачи – от 1,5 до 22,0 м/мин.

Диаметр используемой проволоки - от 0,8 до 1,6 мм.

Масса устройства - 38 кг.

2.2.3 Разработка технологических карт сварки основных сварных узлов

Расчет норм времени по выполнению сборочно-сварочных операций.

Суммарное время, затрачиваемое на выполнение сварочных операций, состоит из нескольких компонентов и определяется по формуле:

$$t_{св} = t_o + t_{нз} + t_e + t_{обс} + t_n, \quad (2.5)$$

где t_o – время основное;

$t_{нз}$ – время, затрачиваемое на подготовительно-заключительные операции;

t_e – время, затрачиваемое на операции вспомогательные;

$t_{обс}$ – время, затрачиваемое на обслуживание;

t_n – время, затрачиваемое на перерывы, отдых и личные надобности.

К основному относится время, которое необходимо для операций по наложению сварочных швов.

Это время можно определить по формулам

Для шва № 1:

(2.6)

где L_w - длина, м.

Контроль проводим по зависимости:

(2.6)

Время на подготовительно-заключительные операции состоит из:

- времени на получение производственного задания;
- времени на инструктаж;
- времени на осмотр оборудования;
- времени на подготовку оборудования.

На операции по подготовке отводится приблизительно 5% основного времени

(2.7)

Вспомогательное время состоит из:

- времени на очистку перед сваркой кромок детали;
- времени на очистку поверхности от брызг и шлака;
- времени на клеймение изделия;
- времени на установку детали;
- времени на закрепление или поворот детали;
- времени на заправку кассет со сварочной проволокой.

Данное время определяется по

$$t_e = t_{кр} + t_{бр} + t_{кл} + t_{изд} + t_{кас} \quad (2.8)$$

На клеймение изделия отводится ~ 2 с.

Время на позиционирование детали определяется ее массой. Все операции такого характера для деталей массой до 25,0 кг выполняются вручную. Поэтому $t_{изд} = 3$ мин.

Время заправки кассеты можно принять ~ 5 мин.

Тогда

$$t_{в} = 0,19 \text{ ч}$$

Время на обслуживания рабочего места состоит из:

- времени на установку требуемого режима сварки;
- времени на настройку автомата;
- времени на уборку инструмента.

Для полуавтоматического вида сварки в смеси $Ar + CO_2$ данное время составляет $\sim 7\%$ от времени основного и составляет в рассматриваемом слу-

чае 0,003 ч.

Для перерывов и отдыха отводится также ~ 7 % основного времени, составляет в численном виде 0,003 ч.

Таким образом имеем суммарное время сварки:

Данные расчеты проведены для сварки в смеси Ar+CO₂.

Технологические карты приведены в графической части проекта.

2.3 Конструирование, расчет и описание сборочно-сварочного приспособления

2.3.1 Расчет усилий прижатия и конструктивных параметров прижимных устройств

Зависимость для расчета усилия прижатия, которое создается пневмоцилиндром прижимного приспособления:

$$F = S \cdot P \quad (2.8)$$

где S - площадь сечения цилиндра;

P – давление в пневматической сети, $P = 0,5 \cdot 10^6$;

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4}; \quad (2.9)$$

при $d = 90$ мм имеем

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,09^2}{4} = 0,0064 \text{ м}^2;$$

В этом случае

$$F = 0,0064 \cdot 0,5 \cdot 10^6 = 3,2 \text{ кН}$$

2.3.2 Описание принципа работы технологического оснащения

В дипломном проекте разрабатывается приспособление для сборки и сварки рамы полуприцепа контейнеровоза.

Рассматриваемое приспособление состоит из основания в виде элемента, объединяющего в единую конструкцию все составные части устройства, на которое помещаются опоры и упоры, направляющие, а также детали, которые определяют положение остальных составляющих.

Для удержания деталей рамы полуприцепа контейнеровоза, на приспособлении закрепляются восемь прижимов, устанавливаемые по восьми упорам, а также имеются пальцы для центровки. Укладка деталей на приспособление производится вручную. Сварка в требуемых местах осуществляется в устройстве, а далее, после переверота тяги на противоположную сторону, проводится на столе сварщика, где осуществляется окончательная сварка с зачисткой.

Приспособление для сборки-сварки представлено в графической части проекта.

2.4 Разработка маршрутной технологии сборки и сварки изделия

Технологический процесс определяет полный цикл производства работ и выступает главным документом при нахождении трудоемкости выполняемых сварочных работ. Технологический процесс оформляется на картах в соответствии с ГОСТ 3.1406-76. Для маршрутной технологии сборки и сварки рамы полуприцепа контейнеровоза устанавливается такая последовательность операций по изготовлению деталей рамы полуприцепа контейнеровоза:

005 – комплектование: получить детали согласно спецификации; проверить отсутствие повреждений деталей.

010 – зачистка: зачистить поверхности деталей, подлежащих сварке от загрязнений, масла, ржавчины.

015 – прихватка: собрать детали в приспособлении и прихватить их.

020 – сварка: сварить детали в доступных местах.

025 – зачистка: снять подузел с приспособления и на столе сварщика зачистить поверхности деталей от сварочных брызг.

030 – сварка: обварить оставшиеся места.

035 – зачистка: зачистить поверхности деталей от сварочных брызг.

040 – правка: править узел до обеспечения требований документации.

045 – контроль: проверить качество сборки, сварки и зачистки внешним осмотром с замером катета сварных швов.

050 – транспортирование: переместить сварную конструкцию кран-балкой.

Подробная маршрутная карта технологического процесса сборки и сварки рамы полуприцепа контейнеровоза представлена в графической части проекта.

2.5 Разработка, описание методов контроля качества сварных соединений, критериев и норм оценки дефектов и организация технического контроля

Визуальный метод контроля применяется с целью контроля швов на наличие:

- непроваров швов;
- прожогов детали;
- подрезов изделия;
- трещин детали;
- заусенцев детали.

При появлении деформаций используют рихтовку.

Для визуального контроля используют:

- шаблон типа УШСЗ;
- угольник типа УШ-2-25 по ГОСТ 3749-77;
- линейка типа ШД-1-630 по ГОСТ 8026-75.

Контроль качества в соответствии с ГОСТ 15467-79 состоит в проверке соответствия характеристик качества продукции установленным требованиям. На всех стадиях разрабатываемой технологии требуется проверка качества контрольных операций:

- метрологический контроль приборов;
- проверка соблюдения режимов;
- проверка квалификации операторов;
- проверка состояния операторов;
- т.д.

Качество выполняемых соединений в первую очередь определяется уровнем, а также состоянием технологического процесса. Вскрытие дефектов обуславливает необходимость отбраковки продукции, а также оперативной корректировки используемой технологии.

Проверка качества сварочных работ начинается до момента начала сварки рамы полуприцепа контейнеровоза. При этом контролируют качество основного заготовок, материалов для сварки, металла, состояния аппаратуры и качества сборочных операций и уровня подготовки сварщиков. Эти мероприятия относятся к предварительному контролю.

В процессе выполнения операций сварки контролируют внешний вид шва, размеры, осуществляют измерения изделия, непрерывный контроль исправности сварочных устройств, контроль за качественным исполнением технологического процесса.

Конечной контрольной операцией выступает контроль качества сварки в полностью готовом изделии.

2.6. Методы исправления дефектов сварных швов

Меры борьбы, направленные на снижение деформаций:

1. Сварка должна осуществляться минимальным количеством наплавленного металла. Катеты должны выполняться расчетными, стыковые швы должны производиться без разделки кромок.

2. Следует применять режимы и способы сварки, которые бы обеспечивали наименьшие тепловые вложения и узкую зону.

3. На сварной конструкции, по возможности, сварные швы должны иметь симметричное расположение и располагаться как можно дальше швы друг друга.

3 Проектная часть

3.1 Назначение участка и его роль в общем процессе изготовления конструкции

Участок предназначен для сборки и сварки рамы полуприцепа контейнеровоза (рисунок 3.1).

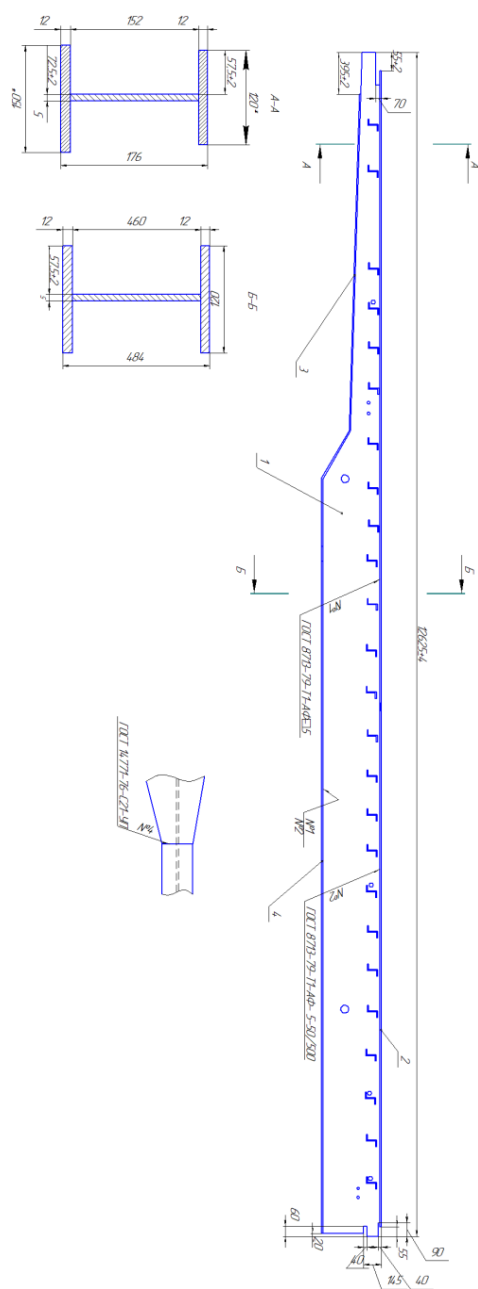


Рисунок 3.1 – Рама полуприцепа контейнеровоза

3.2 Определение расчётной годовой программы участка

Годовая программа участка составляет $N=590$ рам полуприцепа в год.

Среднесерийное производство.

3.3 Основные положения по организации производства и технологии изготовления типовых узлов и секций

3.4 Расчет трудоемкости работ участка, количества рабочих мест, оборудования и работающих

3.4.1 Расчет технологической трудоемкости изготовления рамы полуприцепа

Определим время на слесарно-сборочную операцию.

$$t_{в.и} = 8,36+1,6+0,47+0,47+0,34+1,6+0,47+0,47+0,34+1,6+0,34+1,6+0,34=18 \text{ мин.}$$

Определим время на сварочную операцию.

Найдем время на прихватку: $0,1 \cdot 24=2,4$ мин.,

$$t_{в.и} = 2,4 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (7,55 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 10,54 \text{ мин.}$$

$$T_{н.ш-к} = (36,73 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 47,6 \text{ мин.},$$

$$T_{н.ш-к} = (16,88 + 0,75) \cdot \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 22,39 \text{ мин.},$$

$$T_{ш} = 10,54 \cdot 2,07 + 47,6 \cdot 0,988 + 22,39 \cdot 1,05 + 2,4 = 94,77 \text{ мин.}$$

Аналогично рассчитаем другие операции. Данные расчетов сводим в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Нормы штучного времени технологических процессов изготовления рамы поворотной

№ опер.	Наименование операции	T _{шт.} , мин.
005	Комплектовочная	-
010	Слесарно-сборочная	18,0
015	Сварочная	94,77
020	Сборочная	10,32
025	Сварочная	35,64
030	Слесарно-сборочная	6,72
035	Сварочная	87,99
040	Сборочная	17,8
045	Сварочная	262,03
046	Слесарная	33,6
047	Контроль ЦЗЛ	15,4
050	Контроль	2,18
055	Сборочная	30,96
060	Сварочная	1422,68
065	Слесарно-сборочная	13,88
070	Сварочная	38,23
075	Слесарно-сборочная	15,59
080	Сварочная	293,82
085	Слесарная	189,0
086	Контроль ЦЗЛ	14,7
090	Контроль	23,1
Итого:		2626,4

3.4.2 Расчет количества производственного оборудования

Расчетное количество оборудования, которое работает в самостоятельном режиме, определяем по зависимости

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

$$M_p = \frac{3988}{2020} \approx 2 \text{ станка},$$

где M_p - расчетное количество оборудования, ед.;

T_c - годовая станкочасовая емкость, станко-ч;

Φ_3 - годовой эффективный фонд времени работы оборудования, ч.

Годовая станкочасовая емкость по каждой модели и виду оборудования определяется по зависимости

$$T_c = T_p + T_n,$$

$$T_c = 2050 + 1938 = 3988 \text{ станко-ч,}$$

где T_p - годовая расчетная станкочасовая емкость на выполнение операций, станко-ч;

T_n - время на наладку оборудования, станко-ч.

Количество прочего оборудования (станки для перемотки проволоки, сушильные шкафы) рассчитываем по соотношению

$$M_p = \frac{Q}{q \cdot \Phi_3},$$

$$M_p = \frac{2424}{0,3 \cdot 2020} = 4 \text{ станка,}$$

где Q - годовая программа, т;

q - часовая производительность, т/ч.

Для выполнения сварных швов №№ 1, 2, 3 выбираем сварочный автомат КА 2-UPP немецкой фирмы EWM HighTec Welding GmbH (рисунок 3.2).

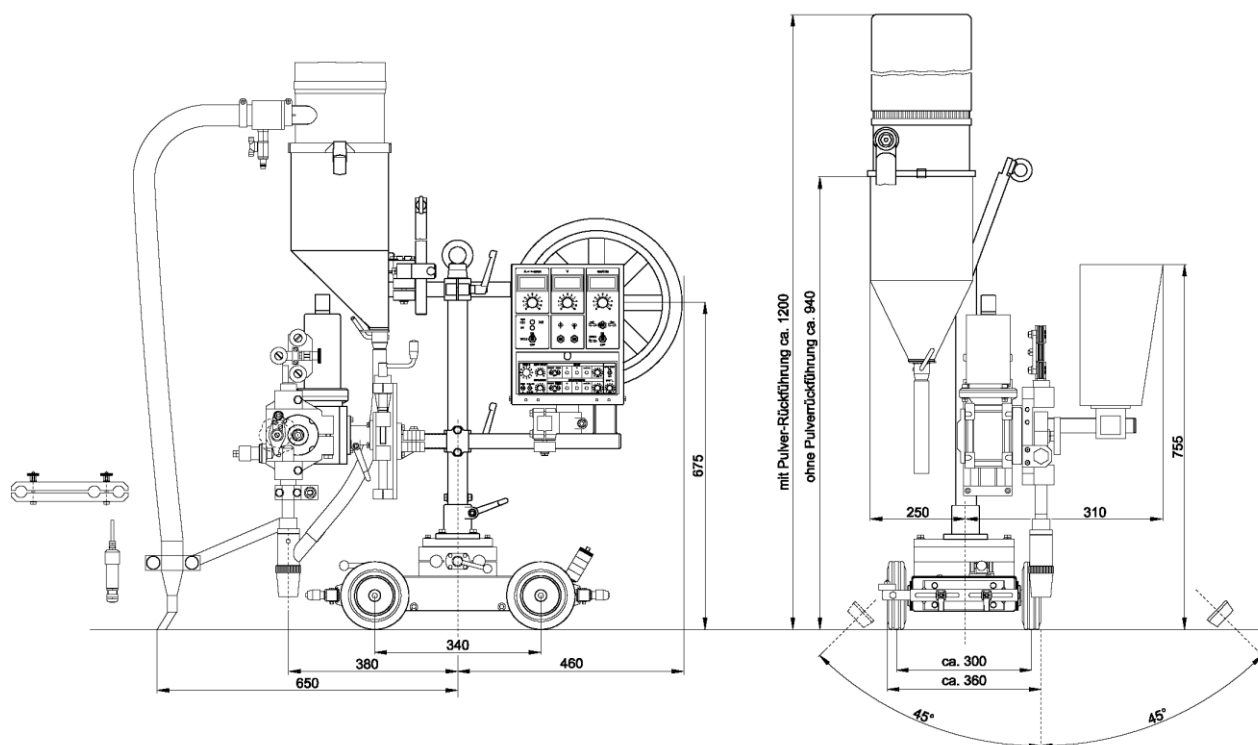


Рисунок 3.2 – Автомат сварочный КА 2-UPP фирмы «EWM HighTec Welding GmbH»

3.4.3 Расчет количества основных рабочих

К основным рабочим относятся все рабочие, участвующие непосредственно в технологическом процессе, в том числе наладчики.

Численность основных рабочих N (без учета наладчиков) определяем по зависимости

$$N = \frac{T_r}{\Phi_p},$$

где T - трудоемкость годового выпуска, чел.ч;

Φ_p - эффективный фонд времени рабочего, ч (таблица 3.6),

$$T_r = N \cdot T,$$

где N - годовая программа выпуска, $N = 590$ шт.;

T - длительность одной операции, мин.

Таблица 3.6 - Эффективный годовой фонд времени работы рабочих при изготовлении полуприцепа контейнеровоза

Продолжительность рабочей недели, ч	Продолжительность основного отпуска, дн.	Номинальный годовой фонд времени, ч	Потери от номинального годового фонда времени, %	Эффективный годовой фонд времени работы рабочих, ч
41,0	24,0	2070,0	12,0	1820,0

Численность наладчиков для отдельно стоящего оборудования определяется по трудоемкости наладки по таблице 3.7, при плотности бригады, соответствующей 1.

Таблица 3.7 - Трудоемкость наладки оборудования для изготовления деталей полуприцепа контейнеровоза

Оборудование	Трудоемкость наладки при годовой станкочасовой емкости изготовления деталей полуприцепа контейнеровоза при закреплении 8 деталей за оборудованием, %
Для дуговой сварки	5

Численность вспомогательных рабочих принимаем по количеству основных рабочих, типу производства, сварочному оборудованию, площади участка (таблица 3.8).

Для операций 010; 015; 020; 025; 030; 035; 065; 070

$$T_r = 590 \cdot \frac{18,0 + 94,7 + 10,32 + 35,64 + 6,72 + 87,99 + 13,88 + 38,23}{60} = 3004 \text{ ч.},$$

Таблица 3.8 - Расчет численности вспомогательных рабочих

Профессия	Нормы численности вспомогательных рабочих по количеству основных рабочих, обслуживаемых одним распределителем в смену. Тип производства - среднесерийное	Принятое число вспомогательных рабочих для изготовления полуприцепа
Распределитель работ	55,0-60,0	1
Кладовщик-раздатчик инструмента, приспособлений	80,0-90,0	1
Кладовщик кладовых сварочных и вспомогательных материалов	90,0-100,0	1
Кладовщик склада комплектации заготовок	65,0-70,0	1
Кладовщик склада сварных узлов	180,0-190,0	1
Смазчик	На 200 единиц оборудования на одного смазчика в смену	1
Уборщики	На одного рабочего в смену на 3500 м ² производственных площадей	1

Φ_H - номинальный фонд рабочего времени в две смены равен 3952 часа, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 5\% = 3952 - 5\% = 3754 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{3004}{3754} = 0,8,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p' = 1$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p'} = \frac{0,8}{1} = 0,8.$$

Для операций 040; 045; 046; 047; 050; 055; 075; 080; 085; 086; 090

$$T_r = 590 \cdot \frac{17,18 + 262,03 + 33,6 + 15,4 + 2,18 + 30,96 + 1422,68 + 15,59 + 293,82 + 189,0 + \dots}{60} =$$

$$\frac{+14,7 + 23,1}{60} = 22822 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{22822}{3754} = 6,08,$$

округляем n_p в большую сторону и принимаем $n_p = 7$.

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{6,08}{7} = 0,87.$$

3.4.4 Определение состава и численности рабочих

Определим общее время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.

$$\Sigma T_r = 3004 + 22822 = 25826 \text{ ч.}$$

Φ_H - номинальный фонд рабочего времени равен 1820 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_D = \Phi_H - 12\% = 1820 - 1820 \cdot 0,12 = 1601,6 \text{ ч.},$$

Определим количество рабочих явочных:

$$P_{ЯВ} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{25826}{1601,6} = 16,12.$$

Примем число сварщиков равным $P_{ЯВ} = 16$.

Определим количество рабочих списочных:

$$P_{\text{СП}} = \frac{T_{\text{Р}}}{\Phi_{\text{д}}} = \frac{25826}{1820} = 14,19.$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{СП}} = 15$.

Вспомогательных рабочих - 7.

Нормы численности инженерно-технических работников (ИТР) и др. приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Нормы численности инженерно-технических работников

Категория работающих	Количество работающих по категориям от общего числа рабочих при среднесерийном производстве, %
ИТР	8,0
Служащие	2,0
Младший обслуживающий персонал	1,5

Нормы численности работников технического контроля (ТК) приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Нормы численности работников ТК

	Контролеры	
	Количество основных рабочих, обслуживаемых одним контролером	Количество контролеров, которые приходятся на одного работника ИТР
Среднесерийное производство	32,0-36,0	16,0-18,0

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) - 2;

Счетно-конторская служба (3% от суммы основных и вспомогательных рабочих) - 1;

МОП (2% от суммы основных и вспомогательных рабочих) - 1;

Контроль качества продукции (1% от суммы основных и вспомогательных рабочих) - 1.

3.5 Разработка компоновочной схемы сборочно-сварочного участка. Расчет площади, выбор размеров и числа пролетов участка, выбор подъемно-транспортных механизмов участка

3.5.1 Расчёт общей площади участка, выбор размеров и числа пролётов участка

Определение общей площади.

Общая площадь, занимаемая сборочно-сварочным производством, определяется как сумма производственной площади и площади, занимаемой проездами, энергетическими и сантехническими устройствами, кладовыми, антресолями и т. д.

Производственная площадь включает площадь рабочего места (рабочее место по ГОСТ 13.1.005-88), а также площадь, занимаемую относящимся к данному рабочему месту оборудованием, средствами механизации и местами складирования.

Для укрупнения расчета производственной площади в сборочно-сварочном цехе (участке) в таблице 3.11 приведены нормы на единицу оборудования в зависимости от площади проекции сборочной единицы и обоснование площади участка для изготовления рамы полуприцепа контейнеровоза.

Таблица 3.11 - Нормы площади на единицу оборудования и обоснование площади участка для изготовления рамы полуприцепа контейнеровоза

Площадь проекции сборочной единицы на горизонтальную плоскость (сборочно-сварочного приспособления), м	Производственная площадь, м ²
40,0-60,0	140-180

Площадь, занимаемая проездами, энергетическими и сантехническими устройствами, составляет 25-30 % от производственной площади сборочно-сварочного производства и уточняется компоновкой корпуса.

Основные строительные параметры.

Для размещения сборочно-сварочного участка применяем одноэтажное здание.

Унифицированные размеры пролетов и грузоподъемность подъемно-транспортных средств сборочно-сварочного участка приведены в таблице 3.12 [1].

Таблица 3.12 - Унифицированные размеры пролетов и грузоподъемность средств

Участок в цеху по производству	Характеристика сварного узла		Размеры пролетов, м			Максимальная грузоподъемность крана, т
	масса, кг	габариты, м	сетка колонн	высота до низа стропильных ферм	высота до головки подкранового рельса	
Одноэтажное здание						
Тяжелых металлоконструкций типа рам	2	15×3,5	4×6	10,8	8,15	5

3.5.2 Расчет и планировка цеховых складов и кладовых

Величина запаса хранения деталей и сборочных единиц Q (в тоннах) определяется нормой запаса хранения и темпом производства по формуле

$$Q = H_x \cdot q,$$

где H_x - норма запаса хранения узлов, ч;

q - темп производства, т/ч.

Величину нормы запаса хранения деталей и сборочных единиц систематизируем в таблице 3.13

Таблица 3.13 - Нормы запасов хранения деталей и сборочных единиц

Узлы	Нормы запаса хранения в зависимости	Способ хра-
------	-------------------------------------	-------------

	сти от годового выпуска, тыс. комплектов, ч	нения
Склад перед окраской		
Сварные конструкции (рамы, платформы, каркасы)	2	Подвесной склад
Промежуточный склад перед сборкой и сваркой		
Средние	3	Подвесное

Расчет и планировка цеховых складов и кладовых приведена в таблицах 3.12-3.13.

Таблица 3.14 - Площадь складов

Склады	Габарит	Нормы запаса хранения в календарных днях для средне серийного производства	Способ хранения	Площадь склада, м ²
Комплектации заготовок и деталей	Средний	4	На стеллажах	8,0
Сварных узлов	Средний	4	На стеллажах	10,0

Расчет площадей кладовых.

Расчетные значения площади кладовых систематизируем в таблице 3.15. Анализ приведенных в таблице данных показывает, что максимальные значения площадей потребует кладовая для хранения шаблонов и прочих измерительных средств – кладовая контрольных пунктов отдела технического контроля. Площадь данной кладовой составляет 20 квадратных метров. Это значительно превышает площади кладовых для хранения вспомогательных, сварочных материалов и инструментально-раздаточной кладовой.

Таблица 3.15 - Площади кладовых

Кладовая	Назначение	Единица измерения	Площадь по типам производства при среднесерийном производстве, м ²	Площадь кладовой, м ²
Инструментально-раздаточная (ИРК)	Хранение и выдача инструмента, приборов, сменных рабочих органов оборудования	На единицу технологического оборудования	0,5	2
Вспомогательных материалов	Хранение выдача вспомогательных материалов	То же	0,15	1
Сварочных материалов	Хранение и выдача электродов, флюсов, перемотка сварочной проволоки и кассет	На единицу оборудования дуговой, газовой сварки	0,2	1
Оснастки	Хранение и выдача	На один сварной узел	0,4	2
Контрольных пунктов ОТК	Хранение и выдача шаблонов, мастер-макетов, периодические измерения сварных узлов	На один контрольный стенд	5,0	20

План участка приведен на рисунке 3.4.

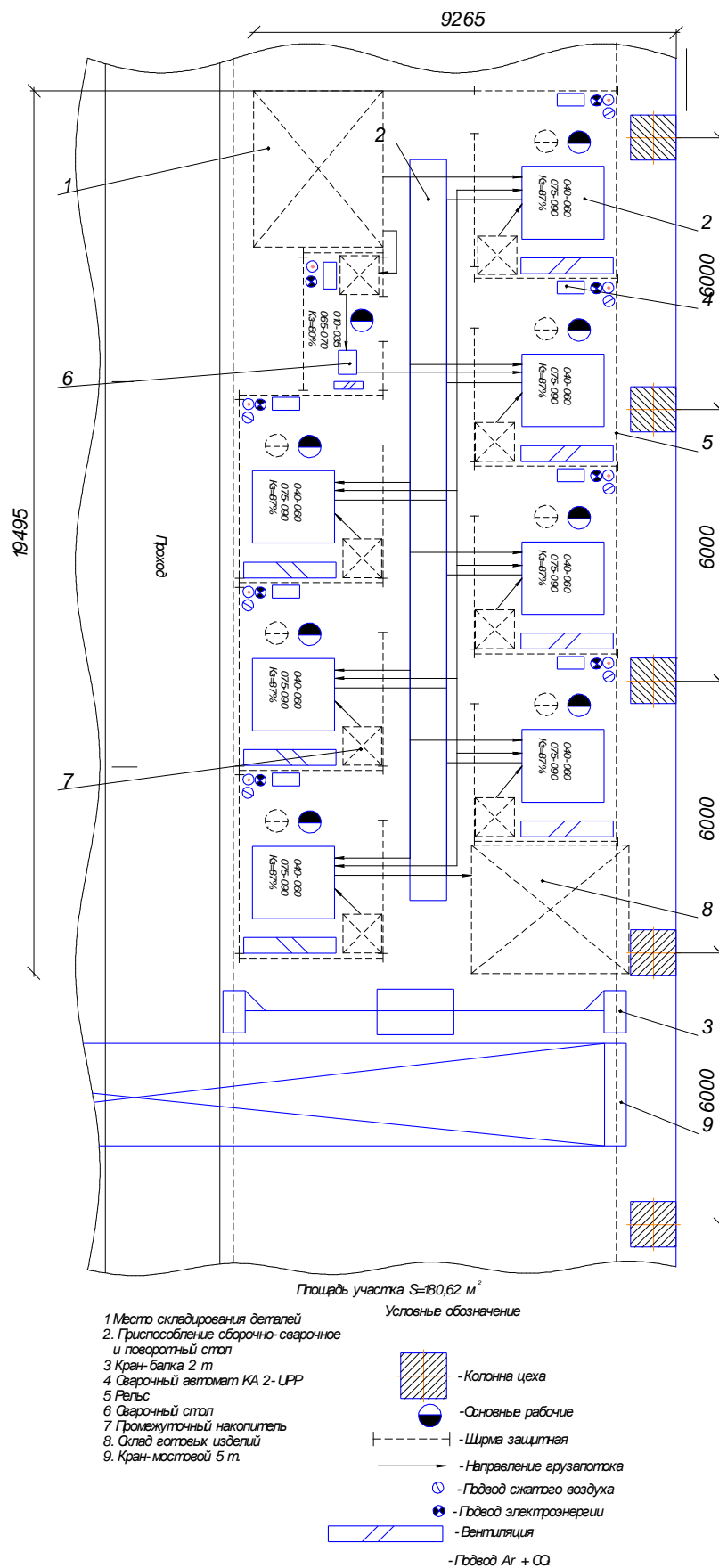


Рисунок 3.4 – План участка

3.6 Расчёт годовой потребности участка в основных и вспомогательных материалах

Расход сварочной проволоки.

Расчет расхода сварочной проволоки для сварки в CO₂:

$$M_{ЭП} = K_{р.п.} \cdot (1 + \psi_p) \cdot M_{НО},$$

где $K_{р.п.}$ - коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{р.п.} = 1,03 \dots 1,03$; принимаем $K_{р.п.} = 1,03$;

ψ_p - коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$, принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{н.о.}$ - масса наплавленного металла;

$$M_{ЭП} = 1,03 \cdot (1 + 0,1) \cdot 136,75 = 154,94 \text{ кг.}$$

Расход защитного газа.

Расчет защитного газа произведем по формуле:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \cdot t_c,$$

где, $q_{з.г.}$ - расход защитного газа.

$$Q_{з.г.} = 17 \cdot 2234,22 = 37982 \text{ л.}$$

Расход электроэнергии.

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [10]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \cdot I_c \cdot t_c}{\eta_u} \right) + P_x \cdot \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right),$$

где U_c, I_c - электрические параметры режима сварки;

t_c - основное время сварки шва;

η_u - КПД источника сварочного тока;

P_x - мощность холостого хода источника;

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \cdot Ц_{Э.Э.},$$

где $W_{т.э.}$ – расход технологической электроэнергии; Вт·ч;

$Ц_{э.э.}$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_{э.э.} = 1,24$ руб/кВт·ч;

$$W_{тэ} = \frac{28 \cdot 280 \cdot 33,51}{0,82} + \frac{26 \cdot 260 \cdot 3,72}{0,82} + 0,4 \cdot \left(\frac{37,24}{0,7} - 37,24 \right) = 351124 \text{ Вт} \cdot \text{ч},$$

$$З_{тэ} = 351,124 \cdot 1,24 = 435,39 \text{ руб.}$$

3.7 Техника безопасности и охрана труда

Устройства, которые улучшают условия работы сварщика приведены на рисунке 3.5.

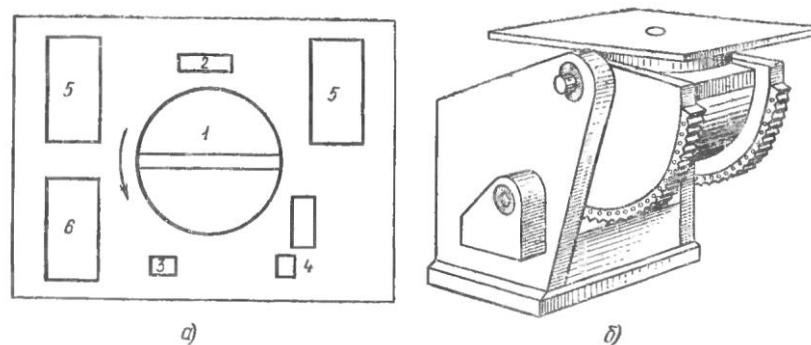


Рисунок 3.5 - Устройства, которые улучшают условия труда сварщика: а - рабочее место в случае сварки значительного числа мелких деталей; б - манипулятор сварочный

Способы уменьшения опасности травматизма приведены на рисунке 3.6.

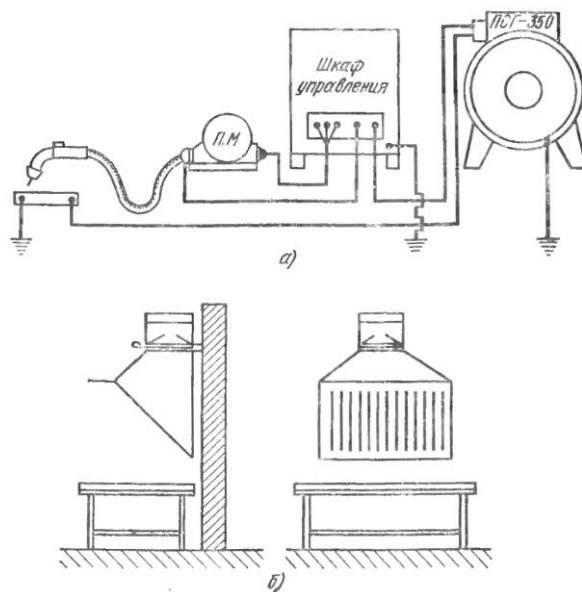


Рисунок 3.6 - Способы снижения опасности травматизма: а - заземление корпусов оборудования; б - вентиляции на рабочем месте

Характеристики защитных стекол (по ГОСТ 9497-60) приведены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 - Характеристики защитных стекол (по ГОСТ 9497-60)

Классификационный номер	Обозначение светофильтра	Проницаемость для лучей *, %		Рекомендации по применению
		видимых	инфракрасных	
9	Э-1	0,03-0,08	1,0	При сварке на силе тока 30-75 А
10	Э-2	0,0035-0,015	0,3	При сварке на силе тока 75-200 А
11	Э-3	0,0005-0,002	0,1	При сварке на силе тока 200-400 А
12	Э-4	0,0005-0,002	0,1	При сварке па силе тока свыше 400 Л
2-4	В-1	0,2-0,6	3-4	Для работ па открытых площадках при ярком освещении и для вспомогательных рабочих при сварке

* Для ультрафиолетовых лучей 0 %.

Химический состав электросварочной пыли зависит от способов сварки и видов основных и сварочных материалов (таблицы 3.15 и 3.16).

Таблица 3.15 - Состав электросварочной пыли

Марка электродов, тип покрытия	MnO ₂	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CrO ₃	NiO	TiO ₂
УОНИ-13/45, «Б»	<u>1,1-8,8</u> 4,2	<u>7,03-7,1</u> 7,06	<u>33-62,2</u> 47,2	<u>0,002-0,02</u> 0,0013	-	-
Аустенитные, «Б»	<u>1,5-6,3</u> 3,4	-	<u>31,3-61,3</u> 43,2	<u>2,3-4,6</u> 3,4	2,0	0,16
С меловым покрытием	-	<u>0,29-0,39</u> 0,33	<u>89,9-96,5</u> 93,1	-	-	-

Примечание. В числителе указаны минимальные и максимальные значения, в знаменателе - средние.

Наряду с пылью при дуговой сварке также образуются и выделяются газообразные продукты - окислы азота, окись углерода; при сварке электродом с покрытием «Б» и под флюсами - фтористые соединения.

Таблица 3.16 - Количество выделяющихся вредных веществ в зависимости от вида сварки и применяемых материалов

Свариваемые материалы	Отделяемые вещества	Количество вредных роиз по дет пенных выделений	
		г/кг	Предельно-допустимая концентрация ПДК, мг/м ³
Сварка в углекислом газе			
Сталь углеродистая и электрод Э42, I _{св} = 120-300 А)	Пыль	8,0	4,0
	Окись марганца	0,5	0,3
	Окись хрома	0,02	0,1
	Окислы никеля	0,03	0,5
	Окись углерода	5,0	30,0
Сталь углеродистая и электрод Э42, I _{св} =350-450 А)	Пыль	14,0	4,0
	Окись марганца	0,8	0,3
	Окислы хрома	0,03	0,1
	Окислы никеля	0,03	0,5
	Окись углерода	6,0	30,0

Нормы обмена воздуха при вентиляции приведены в таблице 3.17.

Таблица 3.17 - Нормы обмена воздуха при вентиляции

Характер сварочных работ	Расчетная единица расходуюемого строчного материала	Расчетный воздухообмен, м ³
Электродуговая сварка	1 кг электродов	3000-5000

3.8 Технико-экономические показатели проекта участка и их анализ

Расчет себестоимости изготовления.

Затраты в денежном выражении на возведение объекта из металла находятся в следующем соотношении, %:

проектирование	2-3
сталь и другие материалы	40-50
изготовление	20-25
транспортирование	5-7
монтаж	15-25
Итого	100

На 1 т изготовления конструкций требуются следующие затраты материалов:

сталь, кг	1027-1059
углекислота, м ³	2,9-11
сварочная проволока, кг	8,17-13,1
пропан-бутан, м ³	0,42-9,3
электроды, кг	0,86-3,76
кислород, м ⁵	0,4-17,4
флюс, кг	0,70-6,20
электроэнергия, кВт	103-277
краска, кг	2,10-11,6

Трудоемкость изготовления конструкции как сумму трудоемкостей операций вычисляют формулам [2, формула 44.1]:

$$T_u = A \cdot K_c \cdot \sqrt{G_0 \cdot n_0}, \text{ чел.} \cdot \text{ч}$$

где А, С - эмпирические коэффициенты технологичности конструктивной формы, определяемые по [1 таблица 44.1], полученные на основании анализа

укрупненных пооперационных нормативов времени для заводов металлоконструкций. Коэффициент A устанавливается в зависимости от строительного коэффициента массы ψ , представляющего собой отношение общей массы (в т) конструкции к массе основных деталей $\psi=G/G_0$; K_c - коэффициент, учитывающий снижение трудоемкости при изготовлении конструкций сериями, определяемый по рисунок 1.3 в зависимости от числа одновременно изготавливаемых конструкций в серии (s); n_0 - число основных деталей, определяемое по чертежам с учетом расположения заводских стыков.

Средние затраты труда по основным производственным операциям изготовления конструкций имеют соотношение, %:

изготовление деталей	30
сборка	18
сварка	41
окраска и отгрузка	11

Для определения себестоимости изготавливаемой конструкции составляют калькуляцию. На основе данных для заводов с единичным и мелкосерийным производством статьи затрат в стоимостном выражении находятся в следующем соотношении, %:

основные материалы	74,7
покупные изделия	0,2
основная заработная плата производственных рабочих	4,8
цеховые расходы	4,6
содержание оборудования.	8,5
общезаводские расходы	3,6
топливо, энергия	0,9
отчисления на социальное страхование	0,3
потери от брака	0,1
прочие производственные расходы	0,6
внепроизводственные расходы	1,7
Итого	100

Стоимость конструкции. В соответствии с принятой системой ценообразования в промышленном производстве и на строительномонтажных работах, стоимость (руб.) стальных конструкций «в деле», т. е. установленных в проектное положение, определяется выражением [1, формула 44.7]

где α' - коэффициент снижения массы конструкции по сравнению с аналогичной, выполненной в традиционных решениях из стали марки СтЗ:

$$\alpha' = 1 - \frac{1 - \alpha}{\psi},$$

ψ - коэффициента массы; $C_{и}$ – стоимость изготовления (заводская себестоимость конструкции), руб.; $C_{т}$ - стоимость транспортирования конструкций, руб.; $C_{м}$ - стоимость сборки и установки конструкций, руб.; $C_{о.п}$ - стоимость окраски, устройства и разборки подмостей для окраски, руб.

Заводская стоимость конструкций, руб. [2, формула 44.9]:

Поскольку в дипломном проекте стоит задача определить стоимость изготовления конструкции, определим её.

$$G_0=0,89 \text{ т, } n_0=14.$$

Стоимость основных материалов по принятым правилам ценообразования стальных конструкций составляет, руб. т [2, формула 44.13]:

где $C_{м}$ - базовая цена набора профилей проката в конструкции, руб./т, примем $C_{м}=20000$; $K_{пр}$ - коэффициент приплюс к оптовым ценам, учитывающий соответствие требованиям качества проката и условия его поставки, принимаемый по [1, таблица 44.11]; $K_{отх}$ - коэффициент, учитывающий отходы металла при изготовлении конструкции, принимаемый по [1, таблица 44.12]; 1,035 - коэффициент, учитывающий среднюю стоимость других (кроме прокатной стали) основных материалов; 1500 - средняя стоимость доставки про-

катной стали от станции назначения железных дорог до складов заводов-изготовителей.

Стоимость основных материалов

$$\begin{aligned}c_{o.m} &= 1.35 \cdot (C_m \cdot K_{np} \cdot K_{отх} + 1500) \\ &= 1.35 \cdot (20000 \cdot 1.13 \cdot 1.03 + 1500) = 33465.555 \text{ руб./т.}\end{aligned}$$

Масса конструкции

$$G = \psi \cdot G_0 = 1.25 \cdot 0.89 = 1.11 \text{ т.}$$

Трудоемкость изготовления (1.1)

$$T_u = A \cdot K_c \cdot \sqrt{G_0 \cdot n_0} = 8.9 \cdot 10 \cdot \sqrt{0.89 \cdot 14} = 314.16 \text{ чел.}\cdot\text{ч.}$$

Коэффициент снижения массы конструкции (1.3)

$$\alpha' = 1 - \frac{1 - \alpha}{\psi} = 1 - \frac{1 - 0.97}{1.25} = 0.98.$$

Себестоимость изготовления конструкции (1.4)

$$\begin{aligned}C_u &= 1.144 \cdot \left(c_{o.m} \cdot G + 3.65 \cdot T_u + \frac{3.54 \cdot G}{\alpha'} \right) \\ &= 1.144 \cdot \left(33465.55 \cdot 1.113 + 3.65 \cdot 314.159 + \frac{3.54 \cdot 1.113}{0.976} \right) = 43908.02 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Таким образом себестоимость изготовления металлоконструкции составляет $C_u = 43908,02$ руб.

Заключение

Разработана технология сборки и сварки рамы полуприцепа контейнеровоза.

Рассмотрены назначение и характеристика конструкции, ее конструктивно-технологический анализ, анализ базового варианта технологии, обоснование выбора технических и технологических параметров разрабатываемой технологии.

Проведены необходимые расчеты и разработана конструкция оснастки для реализации технологического процесса.

Также рассмотрены вопросы.

1. Назначение участка и его роль в общем процессе изготовления конструкции.
2. Определение расчётной годовой программы участка.
3. Расчет технологической трудоемкости изготовления рамы полуприцепа.
4. Расчет количества производственного оборудования.
5. Расчет количества основных рабочих.
6. Определение состава и численности рабочих.
7. Разработка компоновочной схемы сборочно-сварочного участка.
8. Расчёт общей площади участка, выбор размеров и числа пролётов участка.
9. Расчет и планировка цеховых складов и кладовых.
10. Расчёт годовой потребности участка в основных и вспомогательных материалах.
11. Техника безопасности и охрана труда.
12. Техничко-экономические показатели проекта участка.

Можно сделать вывод, что задачи выпускной квалификационной работы выполнены и цель достигнута

Список используемой литературы

1. Металлические конструкции /Под ред. Н. П. Мельникова. - 2-е изд., перераб, и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 776 с.
2. Михайлов А. М. Металлические конструкции в примерах. Учеб. пособие. - М.: Стройиздат, 1976. - 320 с.
3. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов/В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; Под ред. В.В. Горева. - 3-е изд. стер. - М.: Высш. шк., 2004. - 551 с.
4. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 2. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов/В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; Под ред. В.В. Горева. - 3-е изд. стер. - М.: Высш. шк., 2004. - 528 с.
5. Металлические конструкции. В 3 т. Т. 3. Элементы конструкций: Учеб. для строит. вузов/В.В. Горев, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; Под ред. В.В. Горева. - 3-е изд. стер. - М.: Высш. шк., 2002. - 544 с.
6. Проектирование металлических конструкций: Спец. курс. Учеб. пособие для вузов/В. В. Бирюлев, И. И. Кошин, И. И. Крылов, А. В. Сильвестров. - Л.: Стройиздат, 1990 - 432 с.
7. Куликов О. Н. Охрана труда при производстве сварочных работ: Учеб. пособие для нач. проф. образования / О. Н. Куликов, Е. И. Ролин. - 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2005. - 176 с.
8. Контроль качества сварки. Под ред. В. Н. Волченко. Учебное пособие для машиностроительных вузов. - М.: «Машиностроение», 1975. - 328 с.
9. Акулов А. И., Бельчук Г. А., Демянцевич В. П. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. - М.: «Машиностроение», 1977. - 432 с.
10. Чвертко А. И., Патон В. Е., Тимченко В. А. Оборудование для механизированной дуговой сварки и наплавки. - М.: Машиностроение, 1981. - 264 с.

11. Чвертко А. И., Тимченко В. А. Установки и станки для электродуговой сварки и наплавки. – Киев: «Техніка», 1974. - 240 с.
12. Ковтунов А.И., Плахотный Д.И. Проектирование сварочных цехов. Практикум. - Тольятти: ТГУ, 2015. - 55 с.
13. Металлические конструкции /Под ред. Н. П. Мельникова. - 2-е изд., перераб, и доп. - М.: Стройиздат, 1980. - 776 с.
14. Оборудование заводов металлических конструкций / Е. Л. Воронов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1981. - 240 с.
15. Красовский, А. Н. Основы проектирования сварочных цехов. - М.: Машгиз, 1952. - 460 с.
16. Механизация котельно-заготовительного и сборочно-сварочного производств/ Д. Т. Логунов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1989. - 120 с.
17. Общемашиностроительные нормативы времени на сварку газовую, газозлектрическую и кислородно-флюсовую резку черных, коррозионно-стойких и цветных металлов. -М.: Экономика, 1989. - 171 с.
18. Общемашиностроительные нормативы времени на дуговую сварку. -М.: Колос, 1981. - 232 с.
19. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов. - М.: Экономика, 1989. - 180 с.
20. Общемашиностроительные нормативы времени на заготовительные работы по металлоконструкциям. - М.: НИИтруда, 1984. - 237 с.
21. Общемашиностроительные нормативы времени на контактную сварку. - М.: Экономика, 1989. - 86 с.
22. Общемашиностроительные нормативы времени на слесарно-сборочные работы при сборке металлоконструкций под сварку. - М.: ЦБИНТ, 1974.-96 с.
23. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Фонды времени работы оборудования и рабочих. ОНТП 15-86. - М.: ВНИИТЭМР, 1986.-40 с.

Повышение эффективности сварочного производства в машиностроении / А. Л. Исупов [и др.]. - М.: Машиностроение, 1992. - 224 с.

24. Косинцев, В.И. Основы проектирования химических производств и оборудования / В.И. Косинцев [и др.] – Томск: Томский политехнический университет, 2013. – 395 с.

25. Действия населения в чрезвычайных ситуациях. Пособие. Под общей редакцией В.А. Владимирова. – М.: МЧС России, 1995.

26. Фатхутдинов, Р.А. Организация производства: Учебник / Р. А. Фахрутдинов – М.: ИНФРА – М, 2001.– 672 с.

27. Гостюшин, А. В. Энциклопедия экстремальных ситуаций / А. В. Гостюшин. — М.: Изд. «Зеркало», 1995.-288 с.

28. Рыбаков, В.М. Дуговая и газовая сварка: Учеб. для сред. ПТУ / В.М. Рыбаков. - 2-е изд. перераб.- М.: Высш. школа, 1986.- 208 с.

29. Рыбаков, А.М. Сварка и резка металлов. Учебник для средних профессионально-технических училищ / А.М. Рыбаков. - М.: Высшая школа, 1977.

30. Malinov, L.S. Increasing the abrasive wear resistance of low-alloy steel by obtaining residual metastable austenite in the structure / L.S. Malinov, V.L. Malinov, D.V. Burova, V.V. Anichenkov // Journal of Friction and Wear. – 2015. – №3. – P. 237–240.

31. Enhancement of steels wear resistance in corrosive and abrasive medium / V. Kaplun, P. Kaplun, R. Bodnar, V. Gonchar // Interdisciplinary Integration of Science in Technology, Education and Economy : monograph /ed. by J. Shalapko, B. Zoltowski. – Bydgoszcz, 2013. – P. 320–329.

32. Думов, С. И. Технология электрической сварки плавлением: Учебник для машиностроительных техникумов / С.И. Думов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1987. - 368 с.

33. Райцес, В.Б. Износостойкие плазменные покрытия на основе двойного карбида титана–хрома / В.Б. Райцес, В.М. Литвин, В.П. Рутберг. [и др.] // Порошковая металлургия. – 1986. – № 10. – С. 46–47.

34. Чебац, В.А. Сварочные работы: Учеб. пособие / В.А. Чебац - 3-е изд. перераб.- Ростов-на-Дону: изд. центр «Феникс», 2006. - 412 с.
35. Lucas, W. Choosing a shielding gas. Pt 2 // Welding and Metal Fabrication. – 1992. – № 6. – P. 269–276.
36. Dilthy, U., Reisinger U., Stenke V. et al. Schutzgase zum MAGM – Hochleistungsschweißen // Schweissen und Schneiden. – 1995. – 47, № 2. – S. 118–123.
37. Dixon, K. Shielding gas selection for GMAW of steels // Welding and Metal Fabrication. – 1999. – № 5. – P. 8–13.
38. Salter, G. R., Dye S. A. Selecting gas mixtures for MIG welding / G. R. Salter, S. A. Dye // Metal Constr. and Brit. Weld. J. – 1971. – 3, № 6. – P. 230–233.
39. Cresswell, R. A. Gases and gas mixtures in MIG and TIG welding // Welding and Metal Fabrication. – 1972. – 40, № 4. – P. 114–119.
40. Величко, О.А. Лазерная наплавка цилиндрических деталей порошковыми материалами / О.А. Величко, П.Ф. Аврамченко, И.В. Молчан, В.Д. Паламарчук // Автоматическая сварка. – 1990. – № 1. – С. 59–65.
41. Шелягин, В.Д. Лазерно-микроплазменное легирование и нанесение покрытий на стали / В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин, Ю.Н. Переверзев // Автоматическая сварка. – 2006. – № 2 – С. 3–6.
42. Бабинец, А.А. Влияние способов дуговой наплавки порошковой проволокой на проплавление основного металла и формирование наплавленного металла / А.А. Бабинец, И.А. Рябцев, А.И. Панфилов [и др.] // Автоматическая сварка. – 2016. – № 11. – С. 20–25.
43. Переплётчиков, Е.Ф. Плазменно-порошковая наплавка штоков энергетической арматуры / Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев // Автоматическая сварка. – 2013. – № 4. – С. 56–58.
44. Жариков, С.В. Влияние экзотермической смеси в составе сердечника самозащитной порошковой проволоки на параметры наплавленного

валика / С.В. Жариков // Вісник східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. – Луганск: СЛУ, 2010. – № 2. – С. 102–105.

45. Гофман, Я. Восстановление сменных деталей с помощью лазерных технологий // Автоматическая сварка. – 2001. – № 12. – С. 37–38.

46. Алешин, Н.П. Современные способы сварки: Учеб. пособие / Н.П. Алешин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. 59 с.

47. Zhang, Y.M., Liguó E., Kovacevic R. Active metal transfer control by monitoring excited droplet oscillation // Welding Journal. 1998. Vol. 77. N 9. P. 388-s—394-s.

48. Фивейский, А.М. Новые процессы MIG/MAG сварки // Техсовет, 2010. № 4. С. 38.

49. Шолохов, М.А. Эффективность эксплуатации инверторных источников питания / М.А. Шолохов, А.М. Фивейский, Д.С. Бузорина, Е.В. Лунина // Сварка и диагностика, 2012. № 3. С. 53–55.

50. Бранд, М. Высокая производительность и отличное качество MIG/MAG сварки // Марко Бранд, А.М. Фивейский. Состояние и перспективы развития сборочно-сварочного производства: сборник докладов международной научно-технической конференции. Нижний Тагил, 2011. С. 71–78.