



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА СБОРКИ-СВАРКИ ТРАВЕРСЫ ЗАДНЕЙ

УДК 621.791:62-216.7

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Павлюк Д.А.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Солодский С.А.	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Оборудование и технология сварочного производства, доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП

Код компетенции	Наименование компетенции
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать в повседневной жизни и в профессиональной деятельности безопасные условия жизнедеятельности для сохранения природной среды, обеспечения устойчивого развития общества, в том числе при угрозе и возникновении чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
УК(У) -10	Способен принимать обоснованные экономические решения в различных областях жизнедеятельности
УК(У)-11	Способен формировать нетерпимое отношение к коррупционному поведению
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.
ОПК(У)-2	Осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества
ОПК(У)-3	Владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.
ОПК(У)-4	Умением применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий; умением применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении
ОПК(У)-5	Способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности

Код компетенции	Наименование компетенции
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-5	Умением учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-6	Умением использовать стандартные средства автоматизации проектирования при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-7	Способностью оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК(У)-8	Умением проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений
ПК(У)-9	Умением проводить патентные исследования с целью обеспечения патентной чистоты новых проектных решений и их патентоспособности с определением показателей технического уровня проектируемых изделий
ПК(У)-10	Умением применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности, проводить анализ причин нарушений технологических процессов в машиностроении и разрабатывать мероприятия по их предупреждению
ПК(У)-11	Способностью обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-12	Способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-13	Способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-14	Способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-15	Умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-16	Умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-17	Умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-18	Умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-19	Способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции

Студент гр. 3-10А81
Руководитель ВКР, к.т.н., доцент

Д.А.Павлюк
А.В. Крюков



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Институт Юргинский технологический
Направление подготовки Машиностроение
ООП Оборудование и технология сварочного производства

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Д.П. Ильященко

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

Обучающийся:

Группа	ФИО
3-10А81	Павлюк Давид Александрович

Тема работы:

Разработка технологии и проектирование участка сборки-сварки траверсы задней	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	31.01.2023г. №31-79/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	09.06.2023 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Материалы преддипломной практики
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ol style="list-style-type: none">1. Обзор и анализ литературы.2. Объект и методы исследования.3. Разработка технологического процесса.4. Разработка сборочно-сварочных приспособлений.5. Проектирование участка сборки-сварки.6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.7. Социальная ответственность.

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ Траверса задняя 1 лист (А1) 2. ФЮРА.000001.168.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное 1 лист (А1). 3. ФЮРА.000002.168.00.000 СБ Приспособление сварочное 1 лист (А1). 4. ФЮРА.000003.168 ЛП План участка 1 лист (А1). 5. ФЮРА.000004.168 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия 1 лист (А1). 6. ФЮРА.000005.168 ЛП Система вентиляции участка 1 лист (А1). 7. ФЮРА.000006.168 ЛП Основные технико-экономические показатели 1 лист (А1). 8. ФЮРА.000007.168 ЛП Карта организации труда 1 лист (А1).
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Крюков А.В.
Социальная ответственность	Солодский С.А.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Ильященко Д.П.
Названия разделов, которые должны быть написаны на иностранном языке:	
Реферат	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Павлюк Д.А.		24.04.2023 г.

Институт Юргинский технологический
 Направление подготовки Машиностроение
 ООП Оборудование и технология сварочного производства

Форма представления работы:

ВКР бакалавра

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ – ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	24.04.2023 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля)/ Вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
25.01.2023	Обзор литературы	20
25.02.2023	Объекты и методы исследования	20
25.03.2023	Расчеты и аналитика	20
25.04.2023	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
25..05.2023	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крюков А.В.	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Оборудование и технология сварочного производства, доцент	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10А81	Павлюк Д.А.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10A81	Павлюк Давид Александрович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов инженерного решения (ИР): материально-технических энергетических человеческих	16135,88 руб. 250,06 руб. 1753,65 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов: Металл Проволока Газ	448,5 кг 33,883 кг 4167 л
3. Используемая система налогообложения ставка налогов ставка отчислений	общая 13% 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Определение капитальных вложений	
2. Расчет составляющих себестоимости	
3. Расчет количества приведенных затрат	

Перечень графического материала:

1. Основные показатели эффективности ИР (технико-экономические показатели проекта)

Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком	24.04.2023 г.
---	---------------

Задание выдал консультант по разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ильященко Д.П.	к.т.н., доцент		24.04.2023 г.

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-10A81	Павлюк Д.А.		

**ЗАДАНИЕ К РАЗДЕЛУ
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Обучающемуся:

Группа	ФИО
3-10А81	Павлюк Давид Александрович

Институт	ЮТИ ТПУ	Направление	15.03.01 «Машиностроение»
Уровень образования	бакалавр	ООП	Оборудование и технология сварочного производства

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

– Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Производится сборка-сварка траверсы задней. Траверса задняя изготавливается из деталей материалом которых является сталь 14ХГ2САФД.:
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны 	<p>ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.</p> <p>ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.</p> <p>ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.</p> <p>ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.</p> <p>Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.</p> <p>Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.</p> <p>Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.</p> <p>Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.</p>
---	--

<p>2. Производственная безопасность: 1.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>1.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); – электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения) Источники и средства защиты от существующих на рабочем месте опасных факторов (электробезопасность, термические опасности и т.д.). Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).
<p>3. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу (отходы); – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	<p>Вредные выбросы в атмосферу.</p>
<p>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – перечень возможных ЧС на объекте; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка мер по повышению устойчивости объекта к данной ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий 	<p>Перечень наиболее возможных ЧС на объекте.</p>
<p>Перечень графического материала:</p>	
<p>При необходимости представить эскизные графические материалы к расчётному заданию (обязательно для специалистов и магистров)</p>	<p>Лист-плакат Система вентиляции участка</p>

<p>Дата выдачи задания к разделу в соответствии с календарным учебным графиком</p>	<p>24.04.2023 г.</p>
---	----------------------

Задание выдал консультант по разделу «Социальная ответственность»:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ЮТИ</p>	<p>Солодский С. А.</p>	<p>к.т.н.</p>		

Задание принял к исполнению обучающийся:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-10А81</p>	<p>Павлюк Д.А.</p>		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа: 139 с., 9 рис., 15 табл., 59 источников, 4 прил., 8 л. графического материала.

Ключевые слова: СВАРКА ПЛАВЛЕНИЕМ, ТЕХНОЛОГИЯ, МЕТОД СВАРКИ, СИЛА СВАРОЧНОГО ТОКА, СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ, ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ, ПЛАН УЧАСТКА, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ СБОРОЧНО-СВАРОЧНОЕ, ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ.

Объектом разработки является технология изготовления траверсы задней.

Целью работы является разработка технологии изготовления траверсы задней.

В процессе выполнения работы проводилось изучение составных деталей изделия, описание марки стали, выбор метода сварки, определение режимов сварки и сварочных материалов, нормирование операций, составление технологических карт, расчет необходимого количество оборудования и численности рабочих.

В результате выполнения работ определены режимы сварки, подобрано сварочное оборудование, пронормированы сборочно-сварочные операции. Посчитан коэффициент приеденных затрат.

Экономические показатели:

- капитальные вложения 2041554 руб;
- себестоимость продукции 9069789,39 руб/изд.×год.;
- количество приведенных затрат 9376022,49 руб/изд.×год.

ABSTRACT

Final qualifying work 139 p., 9 drawings, 15 tables, 59 sources, 4 applications, 8 p. graphic material.

Key words: Fusion fusion WELDING, TECHNOLOGY, WELDING METHOD, WELDING CURRENT, WELDING EQUIPMENT, PRODUCTIVITY, SITE PLAN, HOLDER, INDUSTRIAL SAFETY, COST.

The object of development is the manufacturing technology of the rear traverse.

The aim of the work is to develop a technology for manufacturing a rear crosshead.

In the process of performing the work, the components of the product were studied, the steel grade was described, the welding method was selected, the welding modes and welding consumables were determined, operations were standardized, technological maps were drawn up, and the required amount of equipment and the number of workers were calculated.

As a result of the work, welding modes were determined, welding equipment was selected, assembly and welding operations were standardized. The cost factor has been calculated.

Economic indicators:

- capital investments 2041554 rubles;*
- cost of production 9069789,39 rubles / ed. × year;*
- the number of reduced costs 9376022,49 rubles / ed. × year.*

Содержание

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки	16
Введение	18
1 Обзор и анализ литературы	20
1.1 Гибридная сварка	20
1.1.1 Гибридная лазерно-дуговая сварка металлов больших толщин	21
1.1.2 Физико-технологические особенности формирования сварных соединений большой толщины при электронно-лучевой сварке	23
1.2 Автоматическая сварка под флюсом	24
1.3 Механизированная сварка короткой дугой с короткими замыканиями	26
1.4 Заключение	30
2 Объект и методы исследования	31
2.1 Описание сварной конструкции	31
2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции	32
2.2.1 Требования к подготовке кромок	32
2.2.2 Требования к сборке сварного соединения	32
2.2.3 Требования к сварке при прихватке	33
2.2.4 Требования к сварке	33
2.2.5 Требования к контролю	35
2.3 Методы и средства проектирования	37
2.4 Постановка задачи	38
3 Разработка технологического процесса	39
3.1 Анализ исходных данных	39
3.1.1 Основные материалы	39
3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки	41
3.1.3 Выбор сварочных материалов	41
3.2 Выбор технологических режимов	42
3.3 Выбор основного оборудования	43

3.4	Выбор оснастки	46
3.5	Составление схем узловой и общей сборки	47
3.6	Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование	50
3.7	Разработка технологической документации	53
3.8	Техническое нормирование операций	56
3.9	Материальное нормирование	59
3.9.1	Расход металла	59
3.9.2	Расход сварочной проволоки	60
3.9.3	Расход защитного газа	61
3.9.4	Расход электроэнергии	62
4	Разработка сборочно-сварочных приспособлений	63
4.1	Проектирование сборочно-сварочных приспособлений	63
4.2	Расчёт элементов приспособления	65
4.3	Разработка эксплуатационной документации на приспособление	65
5	Проектирование участка сборки сварки	68
5.1	Состав сборочно-сварочного цеха	68
5.2	Расчёт основных элементов производства	68
5.2.1	Определение количества необходимого числа оборудования	69
5.2.2	Определение состава и численности рабочих	70
5.3	Пространственное расположение производственного процесса	71
6.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	74
6.1	Финансирование проекта и маркетинг	74
6.2	Экономический анализ техпроцесса	74
6.2.1	Расчет капитальных вложений в производственные фонды	75
6.2.1.1	Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления	76
6.2.1.2	Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями	77
6.2.2	Расчет себестоимости единицы продукции	78
6.2.2.1	Определение затрат на основные материалы	79

6.2.2.2	Определение затрат на вспомогательные материалы	80
6.2.2.3	Определение затрат на заработную плату	80
6.2.2.4	Определение затрат на силовую электроэнергию	81
6.2.2.5	Затраты на амортизацию и ремонт оборудования	82
6.2.2.6	Затраты на амортизацию приспособлений	82
6.2.2.7	Определение затрат на содержание помещения	83
6.3	Расчет технико-экономической эффективности	84
6.4	Основные технико-экономические показатели участка	85
7	Социальная ответственность	87
7.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	88
7.1.1	Законодательные и нормативные документы	89
7.2	Производственная безопасность	92
7.2.1	Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды	92
7.2.2	Обеспечение требуемого освещения на участке	98
7.2.3	Анализ выявленных опасных факторов проектируемой произведённой среды	99
7.2.4	Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов	101
7.3	Экологическая безопасность	102
7.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	104
	Заключение	105
	Библиография	106
	Приложение А (Спецификация Траверса задняя)	112
	Приложение Б (Спецификация Приспособление сборочно-сварочное)	113
	Приложение В (Технологический процесс)	114
	Приложение Г (Инструкция по эксплуатации приспособления)	133
	CD-R	в конверте на обороте обложки
	Графический материал	На отдельных листах

ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ Траверса задняя. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000001.168.00.000 СБ Приспособление сборочно-сварочное. Сборочный чертеж	Формат А1
ФЮРА.000002.168.00.000 СБ Приспособление сварочное	Формат А1
ФЮРА.000003.168 ЛП План участка	Формат А1
ФЮРА.000004.168 ЛП Технологическая схема сборки и сварки изделия	Формат А1
ФЮРА.000005.168 ЛП Система вентиляции участка	Формат А1
ФЮРА.000006.168 ЛП Основные технико-экономические показатели	Формат А1
ФЮРА.000007.168 ЛП Карта организации труда на производственном участке.	Формат А1

Обозначения, сокращения, нормативные ссылки

УСП – универсально-сборные приспособления;

ПТД – проектно-технологическая документация;

ВИК – визуальный и измерительный контроль;

СТК – служба технического контроля;

НТД – нормативно-техническая документация;

ПТД – производственно-техническая документация;

ИТР – инженерно-технические работники;

МОП – младший обслуживающий персонал;

КПД – коэффициент полезного действия;

ОСТ 12.44.107-79 – Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению;

СНиП 3.03.01-87 – Несущие и ограждающие конструкции;

СТО 9701105632-003-2021 – Инструкция по визуальному и измерительному контролю;

ГОСТ 30295-96 – Кантователи сварочные. Типы, основные параметры и размеры;

ГОСТ 14771-76 – Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные;

ТУ 14-1-4632-93 – Прокат листовой и полосовой термообработанный повышенного качества;

ГОСТ 2246-70 – Проволока стальная сварочная;

ГОСТ Р ИСО 14175-2010 – Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов;

ГОСТ 3.1705-81 – Правила записи операций и переходов. Сварка;

ГОСТ 3.1703-79 – Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы;

ГОСТ 7798-70 – Болты с шестигранной головкой класса точности В;

ГОСТ Р 2.601-2019 – Единая система конструкторской документации.
Эксплуатационные документы;

ГОСТ Р 2.610 – Единая система конструкторской документации.
Правила выполнения эксплуатационных документов.

Введение

Добыча угля – важная отрасль промышленности России. Добыча осуществляется как открытым (карьер), так и закрытым (шахта) способом. Наиболее остро проблема механизации стоит перед угольной промышленностью, которая характеризуется исключительно сложными условиями труда человека и эксплуатации горных машин [1]. Для облегчения труда шахтеров, повышения производительности и повышения безопасности применяется горно-шахтное оборудование.

Горно-шахтное оборудование – понятие объемное, в основной перечень которого включены следующие виды устройств, механизмов [2]:

- транспорт для внутришахтной эксплуатации, наземных перевозок;
- дробилки, сортировочные машины;
- угледобывающие машины: комбайны и струги.

В состав очистного механизированного комплекса, предназначенного для работы на пластах пологого падения, входят [1]:

- выемочная машина - очистной комбайн или струг;
- доставочная машина – забойный скребковый конвейер;

механизированная крепь;

- крепи сопряжения забоя с конвейерным и вентиляционным штреками; насосные станции;
- оросительная система; энергопоезд; кабелеукладчик.

В состав механизированного комплекса также входят перегрузочное устройство с лавного конвейера на штрековый перегружатель, штрековый перегружатель, дробилка, энергопоезд [1].

Раз существует потребность в горно-шахтном оборудовании, значит существует и необходимость в его производстве, и это производство должно носить массовый характер. В современном производстве, для соединения различных деталей из стали уже давно применяется метод сварки плавлением

как основной. Такой метод за характеризовал себя как экономически выгодный, обеспечивающий высокое качество соединений и технологичный.

Применение сварки в среде защитных газов при изготовлении траверсы задней является наиболее актуальным.

Целью работы является разработка технологии изготовления траверсы задней.

Задачами выполнения работы являются: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Объектом разработки является технология изготовления траверсы задней.

Предметом разработки является проектирование участка сборки-сварки траверсы задней.

1 Обзор и анализ литературы

Во время проведения сборочно-сварочных работ при изготовлении траверсы задней выполняется сварка металла большой толщины. Для наиболее эффективного выполнения данной операции и повышения качества сварного соединения необходимо выбрать сварочную технологию, специально разработанную для сварки металла большой толщины.

1.1 Гибридная сварка

Идея совместного использования лазерного излучения и электрической дуги для сварки и других видов обработки металлов таким образом, чтобы оба источника теплоты воздействовали на изделие в пределах одной зоны нагрева, родилась в конце 1970-х гг. До недавнего времени в качестве лазерного источника применяли мощные CO_2 -лазеры с длиной волны излучения 10,6 мкм. Взаимодействие такого излучения с металлами сопровождается возникновением оптического разряда, что существенно влияет на параметры сфокусированного луча, долю поглощенной энергии в мишени и плазме в зоне взаимодействия. По-другому взаимодействует с мишенью лазерное излучение с длиной волны 1,06 мкм. Однако мощные лазерные установки с такой длиной волны отличались низким качеством излучения и малой надежностью. Только недавно появились иттербиевые волоконные лазеры мощностью до 30 кВт непрерывного излучения, обладающие высоким качеством луча и надежностью и составляющие сегодня конкуренцию хорошо зарекомендовавшим себя CO_2 -лазерам большой мощности [3].

1.1.1 Гибридная лазерно-дуговая сварка металлов больших толщин

Главными недостатками лазерной сварки применительно к сварке являются высокие требования к сборке кромок под сварку и невозможность получения необходимых механических свойств сварного шва и ЗТВ. Данные недостатки устраняются при совместном лазерно-дуговом воздействии на металл. По сравнению с лазерной сваркой лазерно-дуговой процесс позволяет обеспечить большую толерантность по отношению к точности сборки, возможность заполнения разделки за один проход, более высокую производительность, свариваемость специальных трубных сталей за счет дополнительного легирования с помощью электродной проволоки.

В процессе исследований лазерно-дуговой сварки определили задачи, решение которых необходимо для разработки надежной технологии сварки металлов больших толщин.

В результате предварительных экспериментов по лазерной и гибридной сварке сталей установили, что без дополнительного легирования металла литой зоны шва невозможно достичь требуемых показателей ударной вязкости.

В ходе выполнения данной работы легирование осуществляли за счет присадочной металлопорошковой проволоки, расплавляемой электрической дугой. Для обеспечения легирования металла в нижней части канала проплавления использовали возможность управления гидродинамикой течения расплава в сварочной ванне путем сканирования лазерного луча [3].

Процессы гибридной лазерно-дуговой сварки с глубоким проплавлением, так же как родственные процессы лазерной сварки, часто сопровождаются появлением пористости и формированием корневых пиков в сварных швах [4]. В соответствии с современными представлениями о физической природе лазерной сварки, причиной этого является развитие автоколебаний парогазового канала и сварочной ванны при сварке с глубоким

проплавлением [5], что подтверждается многочисленными экспериментальными исследованиями [6-8].

Сравнительные исследования движения жидкого металла на поверхности сварочной ванны и процесса образования корневых пиков подтверждают соответствие между пикообразованием и выплескиванием расплавленного металла из сварочной ванны. Такие же результаты были получены позднее при рентгеновской съемке [9].

Экспериментальные исследования технологического процесса лазерно-дуговой сварки.

Экспериментальные исследования проводили с применением гибридных лазернодуговых технологических комплексов, разработанных в ИЛиСТ СПбГПУ. В качестве источников лазерного излучения применяли иттербиевые волоконные лазеры ЛС-5 с максимальной выходной мощностью 5 кВт и ЛС-15 с мощностью 15 кВт.

Установка укомплектована источником питания дуги ВДУ-506ДК производства фирмы «ИТС», лицензированным для сварки трубопроводов и обеспечивающим в режиме *MIG/MAG* требуемые значения наклона внешней характеристики. При токе сварки 300 – 400 А, ПН = 100 % и напряжении дуги 29 – 30 В может быть достигнута эффективная тепловая мощность дугового источника 6,5 – 9,0 кВт. Для подачи присадочного материала применяли полуавтомат ПДГО-511, входящий в комплект дугового модуля.

Лазерно-дуговая сварка является сложным процессом, характеризующимся параметрами, присущими не только лазерной (длина волны, мощность и качество лазерного излучения, размеры и положение сфокусированного луча) и дуговой сварке (ток и напряжение дуги, вылет электрода, длина дуги, скорость подачи проволоки), но и специфическими параметрами. Кроме того, важным является состав защитного газа, химический состав присадочного материала, подготовка свариваемых кромок под сварку [3].

1.1.2 Физико-технологические особенности формирования сварных соединений большой толщины при электронно-лучевой сварке

Процесс электронно-лучевой сварки происходит в условиях, когда приходится иметь дело со всеми четырьмя видами материи (твердое, жидкое, газообразное и вакуум) и четырьмя ее агрегатными состояниями (твердое, жидкое, газообразное и в виде плазмы).

Силы связи, которые удерживают частицы в плазме, отличаются от таковых в твердых, жидких и газообразных средах. Они относительно велики в твердых телах, малы в жидких и практически отсутствуют в газообразных средах. В каком из агрегатных состояний находится рассматриваемая материальная система, зависит от кинетической (тепловой) энергии частиц, из которых она состоит, т.е. от температуры рассматриваемой системы. Состояние макросистемы определяется энергией связи между частицами и их тепловой энергией.

При электронно-лучевой сварке материалов большой толщины мощными пучками с плотностью мощности более 10^5 Вт/см² формируется канал проплавления, глубина которого определяется параметрами луча и теплофизическими свойствами свариваемого материала. При установившемся процессе сварки канал проплавления оказывается заполнен частицами свариваемого металла, которые в обычных условиях не могут находиться в свободном состоянии.

Анализ кинетики процессов взаимодействия электронов луча с частицами в канале проплавления показывает возможность использования для описания этих взаимодействий законов газокинетической теории, которые характеризуют возможность образования в рассматриваемой системе плазмы в результате интенсивного энергообмена между взаимодействующими частицами [10].

1.2 Автоматическая сварка под флюсом

В начале 1940-х гг. учеными Института электросварки АН УССР под руководством Е.О. Патона разработан новый способ механизированной сварки – автоматическая сварка под флюсом. Благодаря увеличению мощности сварочной дуги, надежной защите плавильного пространства от воздуха удалось в несколько раз повысить производительность процесса, обеспечить высокое качество сварного шва, улучшить условия труда и значительно снизить расходы электродных материалов и электроэнергии [11].

Так как дуговая сварка под флюсом работает на электричестве, ее не нужно наносить под давлением. Благодаря высокой величине выделяемого в процессе сварки тепла, этот метод хорошо подходит для сваривания толстых профилей.

Сварка под флюсом особенно славится своей высокой скоростью осаждения металла. Благодаря этому свойству сварка обеспечивает глубокое проникновение в сварной шов [12].

При сварке под флюсом дуга 1 горит между свариваемыми деталями 2 и плавящимся электродом 15 (электродной проволокой). Из бункера вперед дугой насыпают слой флюса 3. Под ним образуется сварочная ванна 14 и формируется шов 13. Под действием теплоты дуги часть флюса расплавляется, слой жидкого шлака 9 оттесняется давлением разогретых газов и паров металла и в виде газофлюсового пузыря закрывает зону сварки, образуя плавильное пространство 10. Электродная проволока 15 из бобины 6 подающим механизмом 7 через снабженный токоподводом мундштук 8 непрерывно подается в плавильное пространство 10. Все устройства смонтированы на тележке 5, перемещающейся по направляющим вдоль свариваемого стыка. При сварке кольцевых или круговых стыков тележка может быть неподвижной, а вращается изделие.

Схема автоматической сварки под флюсом приведена на рисунке 1.3.

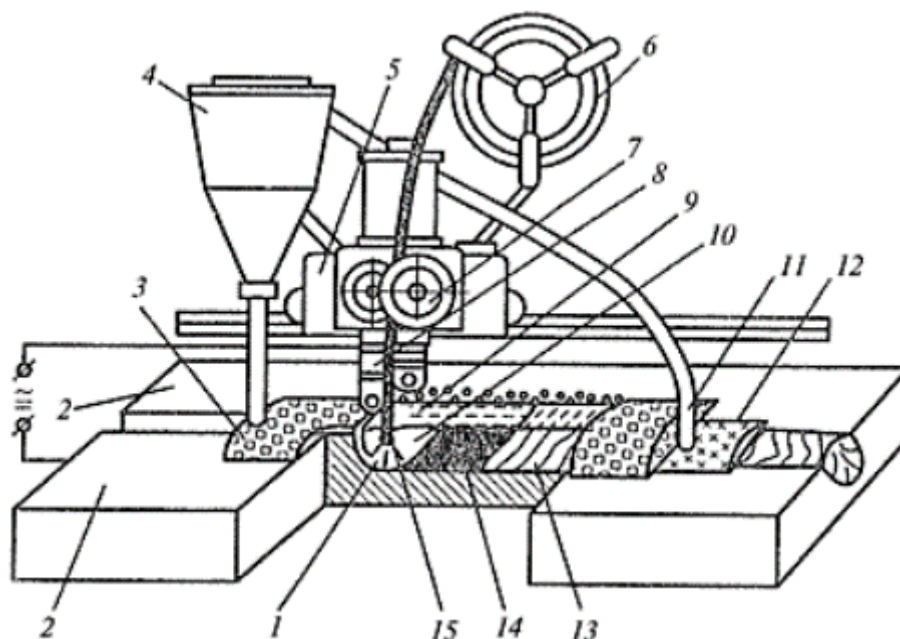


Рисунок 1.3 – Схема автоматической сварки пол флюсом [11]:

1 – дуга; 2 – свариваемые детали; 3 – слои флюса; 4 – бункер; 5 – тележка; 6 – бобина; 7 – подающий механизм; 8 – мундштук; 9 – слой жидкого шлака; 10 – плавильное пространство; 11 – флюсоотсос; 12 – шлаковая корка; 13 – шов; 14 – сварочная ванна; 15 – плавящийся электрод

После затвердевания шва 13 на его поверхности образуется шлаковая корка 12, которая легко удаляется. Нерасплавившийся флюс может во время сварки удаляться флюсоотсосом 11 и использоваться повторно. Слой флюса и шлака защищает зону сварки и остывающий шов от воздуха. Неметаллические включения переходят в шлак, металл становится более чистым. Шлак плотно облегает плавильное пространство, в нем повышается давление, дуга обжимается, возрастают ее эффективный КПД и проплавливающая способность. Отсутствует разбрызгивание электродного металла. Это позволяет применять силу тока, большую, чем при ручной сварке. Потери электродного металла не превышают 2-4 %.

Процесс чистый: выделяется лишь немного газа, пыли и паров флюса. Производительность возрастает в 5-10 раз за счет использования сил тока (до

1500-2000 А), больших, чем при ручной дуговой сварке (350-400 А). Это позволяет увеличить проплавливающее действие дуги и варить металл толщиной до 15-16 мм с одной стороны без разделки кромок, вследствие чего доля основного металла в шве возрастает до 70 %, а наличие газофлюсового пузыря сводит до 1-3 % расход металла на угар, разбрызгивание и испарение. Поверхность околошовной зоны свободна от брызг. Сварной шов имеет постоянные размеры в поперечном и продольном сечениях, его состав и свойства по всей длине постоянные.

Сварщику нет необходимости пользоваться маской – дуга невидима под слоем флюса, а процесс обучения квалификации сварщика-автоматчика требует значительно меньше времени, чем обучение сварщика, работающего вручную. Недостатком этого прогрессивного и высокопроизводительного процесса является возможность его использования только в нижнем и в ограниченной степени вертикальном и горизонтальном положениях, а также его неэффективность при сварке коротких швов, швов сложной конфигурации и находящихся в труднодоступных местах. Автоматическая сварка очень эффективна при выполнении длинных швов на толстолистовом металле, при износостойкой наплавке. Ее производительность можно повысить, используя несколько электродов, каждый из которых подключен к своему источнику питания. При таких условиях можно увеличить скорость сварки до 180-200 м/ч.

1.3 Механизованная сварка короткой дугой с короткими замыканиями

Современные сварные конструкции требуют высоких показателей качества. И импульсные процессы – один из методов, помогающих добиться высокого качества. Они позволяют снизить разбрызгивание, что сказывается на внешнем виде сварных соединений и снижает затраты на последующую

механическую обработку. Сниженное тепловложение позволяет вести сварку без прожогов, а также в положениях, отличных от нижнего.

Сейчас многие производители сварочного оборудования предлагают процесс сжатой, короткой дуги.

Форсированная дуга имеет ряд преимуществ перед дугой со струйным переносом [13]:

- глубокое проплавление благодаря увеличенному давлению дуги на ванну жидкого металла;
- отсутствие подрезов благодаря короткой дуге;
- высокая производительность, обусловленная более высокой скорости сварочного процесса и увеличению коэффициенту наплавки (уменьшение числа проходов);
- уменьшение необходимой ширины разделки.

Процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистового металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку. Функция *SpeedArc* в отличие от стандартной струйной дуги поддерживает уверенный струйный процесс переноса металла более короткой дугой (рисунок 1.4).

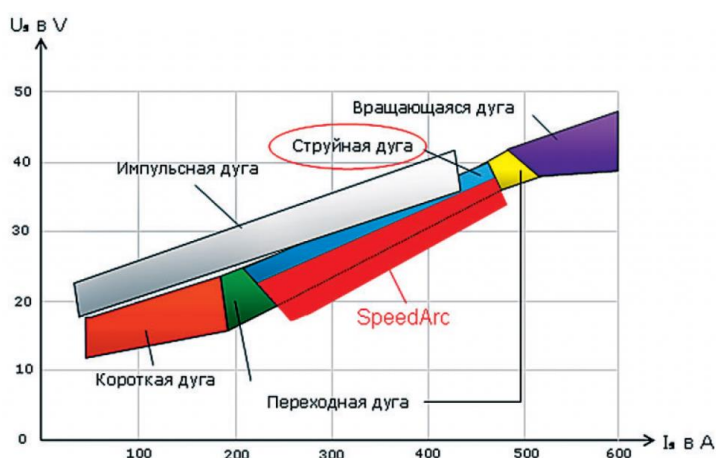


Рисунок 1.4 – Особенности различных сварочных дуг при *MIG/MAG* сварке

Сварка возможна на больших вылетах – до 40 мм, что позволяет выполнять сварку «в узкую разделку» и при этом получать гарантированный провар корня шва (рисунок 1.4). Возникает возможность снижения угла разделки с 60 до 40 градусов в тех случаях, в которых это допускается (рисунок 1.5). Это позволяет не только существенно снизить расход сварочных материалов, но и повысить производительность сварки за счет уменьшения количества проходов при многопроходной сварке. За один проход возможна сварка металла толщиной до 15 мм (рисунок 1.6).

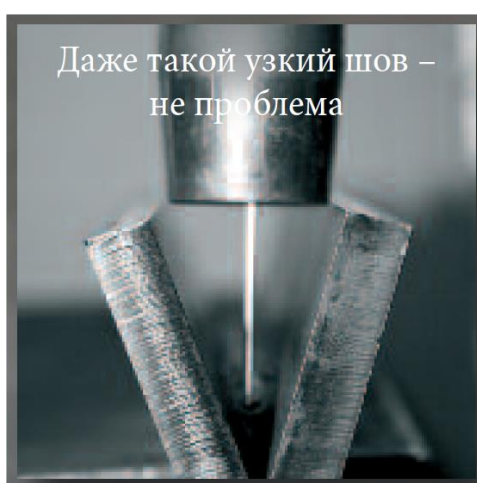


Рисунок 1.5 – Сварка в узкощелевую разделку [14]

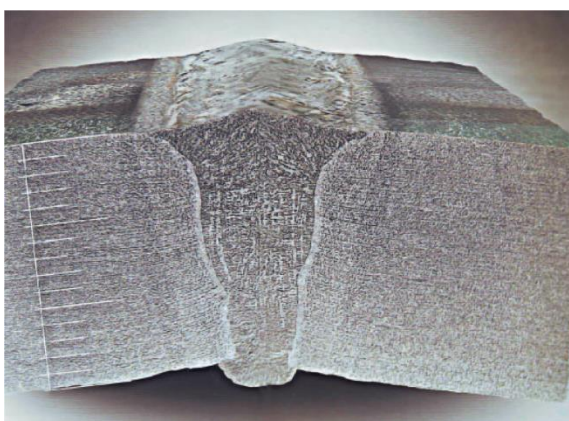


Рисунок 1.6 – Образец толщиной 15мм (сварка за один проход) [14]

Таким образом, *SpeedArc* – высокопроизводительный процесс сварки со струйным переносом металла короткой дугой с высокой плотностью энергии, который за счет более эффективного использования энергии дуги допускает увеличение скорости сварки до 30% в сравнении с обычной сваркой *MIG/MAG*.

Процессы *SpeedPuls*, *SpeedArc*, *SpeedUp*, *SpeedRoot* разрабатывались для обеспечения высокого качества свариваемых швов при максимальной производительности процесса сварки. Они применимы при сварке углеродистых сталей, высокопрочных сталей, нержавеющей сталей и алюминия. В качестве защитных газов используются обычные широко распространенные газы *Ar*, *CO₂* и их смеси. Представленные процессы можно легко автоматизировать.

Таким образом, процессы *SpeedPuls*, *SpeedArc*, *SpeedUp*, *SpeedRoot* не только существенно упрощают технику сварки, значительно повышая качество и производительность, и при этом, самое главное, позволяют нивелировать низкую квалификацию или отсутствие опыта сварщиков.

Данные процессы являются дополнительными возможностями сварочных аппаратов для сварки в защитных газах серий *S* и *P* специально адаптированной для эксплуатации в России линейки сварочного оборудования «ШТОРМ *LORCH*» [14].

Осциллограммы процесса *SpeedArc* компании *Lorch* были проанализированы в сравнении с осциллограммами процесса *RapidArc* от компании *LincolnElectric* (рисунок 1.7) [15].

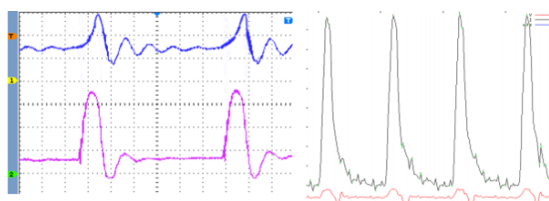


Рисунок 1.7 – Осциллограммы по току и напряжению процессов *SpeedArc* (слева) и (справа) *RapidArc* [15]

Как видно из осциллограммы по напряжению, сварка в обоих случаях ведется с коротким замыканием. В момент короткого замыкания идет снижение тока до базового значения, или даже ниже его. Это обеспечивает перенос металла без разбрызгиваний, которые происходят из-за “взрыва” перемычки в связи с увеличением силы тока.

Сравним теперь макрошлифы соединений. Как мы видим, в обоих случаях наблюдается глубокое проплавление, достаточно узкое. Отсутствуют подрезы.

Процесс короткой сфокусированной дугой с короткими замыканиями позволяют добиться сниженного разбрызгивания, глубокого проплавления и увеличения скорости сварки без потери качества сварных соединений.

Область применения процесса сварки короткой дугой с короткими замыканиями [16]:

- сварка толстолистного металла;
- сварка корневых швов;
- сварка в узкую разделку;
- сварка легированных сталей и сплавов.

1.4 Заключение

Были проанализированы три вида сварки металла большой толщины. К сожалению, гибридная лазерно-дуговая сварка так и не была до сих пор доведена до промышленного применения. Сварка под слоем флюса сварка не подходит из-за конструктивных особенностей свариваемых деталей Поэтому для дальнейшей работы выбираем механизированную сварку режимом *SpeedArc*, так как процесс *SpeedArc* нацелен на повышение качества сварных соединений из толстолистного металла, связанного с обеспечением гарантированного проплавления в корне шва, а также *MIG/MAG* сварки в узкую разделку.

2 Объект и методы исследования

2.1 Описание сварной конструкции

Изготавливаемое изделие – траверса задняя – является частью крепи механизированной поддерживающе-оградительного типа.

Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, двухрядная (четырёхстоечная), может применяться в лавах с трудноуправляемыми и труднообрушаемыми кровлями.

Крепь предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, а также для передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах, в шахтах опасных по газу и пыли.

Крепь может применяться в комплексах механизированных очистных комбайновых совместно с конвейерами скребковыми как отечественного, так и импортного производства, имеющими соответствующие разрешительные документы.

Допускается эксплуатация секций крепи в одной лаве с другими секциями крепи, имеющими разрешительные документы и обеспечивающие безопасное ведение горных работ [17].

Конструкция изделия представлена на ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ. Спецификация траверсы задней приведена в приложении А. Габаритные размеры изделия: 870x1014x170 мм.

Масса, кг: 345 кг.

В конструкции изделия имеются отверстия, что облегчает строповку изделия при перемещении его с помощью кран-балки.

2.2 Требования НД, предъявляемые к конструкции

Изделие изготавливается согласно ОСТ 12.44.107-79 «Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению».

2.2.1 Требования к подготовке кромок

Зазоры между деталями и разделка кромок, собранными под сварку, смещения кромок деталей и геометрические размеры сварных швов должны соответствовать требованиям ГОСТ 14771-76 и ГОСТ 25318-79 [18].

Изделия, не принятые техническим контролем, на сборку под сварку не допускаются.

Кромки изделий, подлежащие сварке, и прилегающие к ним поверхности должны быть сухими и не иметь сплошной и подповерхностной коррозии, литейного пригара, любых покрытий и загрязнений на ширине, превышающей не менее чем на 10 мм величину катета или ширину сварного шва [18].

2.2.2 Требования к сборке сварного соединения

В серийном и массовом производствах сборка под сварку должна производиться на сборочных плитах, стендах, стеллажах, в кондукторах, переналаживаемой оснастке УСП и других приспособлениях, обеспечивающих требуемое расположение деталей.

Простейшие неотчетственные конструкции допускается собирать без приспособлений.

Собранная конструкция подлежит приемке техническим контролем [18].

2.2.3 Требования к сварке при прихватке

Соединение деталей при сборке стальных конструкций следует производить посредством прихваток, которые накладываются в местах расположения швов, и приваркой технологических креплений.

Прихватки, выполненные в случае необходимости вне расположения швов, и технологические крепления после сварки должны удаляться и зачищаться до основного металла, кроме случаев, оговоренных в чертеже. Прихватки, расположенные между участками прерывистого шва, допускается не удалять.

Размеры сечения прихваток должны составлять 0,7 размеров сечения шва, но не более 6 мм (при последующей сварке прихватки должны быть перекрыты швом). Прихватки с катетом более 6 мм оговариваются в технологической документации.

Прихватки необходимо выполнять теми же материалами, что и сварной шов, по режимам, установленным для сварки.

По окончании сборочных работ швы прихваток и места под сварку должны быть зачищены от шлака и брызг металла [18].

2.2.4 Требования к сварке

Порядок наложения швов и режимы сварки должны обеспечивать минимальные сварочные напряжения и деформации.

При двухсторонней сварке с разделкой кромок перед наложением шва с обратной стороны корень шва должен быть удален до «здорового» металла.

По окончании сварочных работ сварные швы должны быть очищены от шлака и брызг металла.

Сверка стальных конструкций должна производиться лицами, имеющими удостоверение, в квалификация которых соответствует выполняемой работе.

Сварочные работы должны производиться, как правило, в закрытых помещениях при положительной температуре окружающего воздуха [18].

Предельные отклонения несопрягаемых размеров, получающихся после сварки, не должны превышать значений, указанных в таблице 2.1 [18].

Таблица 2.1 – Предельные отклонения несопрягаемых размеров

Интервал номинальных размеров, мм	Предельные отклонения размеров между поверхностями, ±	
	обработанными резанием	не обработанными резанием
До 180 вкл.	1,5 мм	2,0 мм
Св. 180 до 260 вкл.	1,5 мм	2,5 мм
" 260 " 500 "	2,0 мм	3,0 мм
" 500 " 3150 "	$\frac{JT16}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79	$\frac{JT17}{2}$ по ОСТ 12.44.111-79
"3150 " 10000"	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75	$\frac{JT16}{2}$ по СТ СЭВ 177-75
Примечание. Если требуемую точность конструкции невозможно обеспечить сваркой, то ее следует достигать за счет последующей обработки резанием.		

Для предупреждения образования трещин сварку первого корневого слоя многопроходного шва соединений с разделкой кромок необходимо выполнять с соблюдением следующих условий:

– сварку производить на пониженном режиме (в соответствии с данными табл. 13 и 16 рекомендуемого приложения 5) [19];

– при сварке проволокой диаметрами 1,2 мм высота валика не должна быть менее 5 мм.

В многослойных швах перед наложением каждого последующего шва предыдущий должен быть очищен от шлака [18].

Сварные соединения элементов с толщиной стенки более 6 мм подлежат маркировке с указанием шифров клейм сварщиков, позволяющих идентифицировать сварщиков, выполнявших сварку. Необходимость и способ маркировки сварных соединений с толщиной стенки менее 6 мм устанавливаются требованиями ПТД. Способ маркировки должен исключать наклёп, подкалку или недопустимое уменьшение толщины металла и обеспечить сохранность маркировки в течение всего периода эксплуатации технического устройства.

При выполнении сварного соединения несколькими сварщиками на нем должны быть поставлены клейма всех сварщиков, участвовавших в сварке.

При выполнении всех сварных соединений одним сварщиком допускается указывать шифр клейма сварщика в доступном для осмотра месте, заключённом в рамку, наносимую несмываемой краской. Место маркировки в таком случае должно быть указано в паспорте технического устройства [20].

2.2.5 Требования к контролю

Контроль качества сварных соединений стальных конструкций производится: ВИК в объеме 100 %.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76), которые приведены в приложении 14 [21].

При проведении ВИК освещенность контролируемых поверхностей должна быть достаточной для надежного выявления дефектов, но не менее 500 Лк. [22, 23].

Окраску поверхностей стен, потолков, рабочих столов и стенов на участках визуального и измерительного контроля рекомендуется выполнять в светлых тонах (белый, голубой, желтый, светло-зеленый, светло-серый) для увеличения контрастности контролируемых поверхностей деталей (сборочных единиц, изделий), повышения контрастной чувствительности глаза, снижения общего утомления специалиста, выполняющего контроль.

Для выполнения контроля должен быть обеспечен достаточный обзор для глаз специалиста. Подлежащая контролю поверхность должна рассматриваться под углом более 30° к плоскости объекта контроля и с расстояния до 600 мм [22, 23].

Шероховатость зачищенных под контроль поверхностей деталей, сварных соединений, а также поверхность разделки кромок деталей (сборочных единиц, изделий), подготовленных под сварку, должна быть не более $Rz\ 80$ [22, 23].

Контроль размеров сварного шва и определение величины выявленных дефектов следует производить измерительным инструментом, имеющим точность измерения $\pm 0,1$ мм, или специальными шаблонами для проверки геометрических размеров швов. При внешнем осмотре рекомендуется применять лупу с 5-10-кратным увеличением.

При внешнем осмотре качество сварных соединений конструкций должно удовлетворять требованиям табл. П14.1 [21].

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений конструкций не допускаются и должны быть устранены с последующей заваркой и контролем.

Контроль швов сварных соединений конструкций неразрушающими методами следует проводить после исправления недопустимых дефектов, обнаруженных внешним осмотром.

Выборочному контролю швов сварных соединений, качество которых, согласно проекту, требуется проверять неразрушающими физическими методами, должны подлежать участки, где наружным осмотром выявлены дефекты, а также участки пересечения швов. Длина контролируемого участка не менее 100 мм.

В швах сварных соединений конструкций, возводимых или эксплуатируемых в районах с расчетной температурой ниже минус 40 °С до минус 65 °С включительно допускаются внутренние дефекты, эквивалентная площадь которых не превышает половины значений допустимой оценочной площади (см. таблица П14.4 [21]). При этом наименьшую поисковую площадь необходимо уменьшить в два раза. Расстояние между дефектами должно быть не менее удвоенной длины оценочного участка.

В соединениях, доступных сварке с двух сторон, а также в соединениях на подкладках суммарная площадь дефектов (наружных, внутренних или тех и других одновременно) на оценочном участке не должна превышать 5 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

В соединениях без подкладок, доступных сварке только с одной стороны, суммарная площадь всех дефектов на оценочном участке не должна превышать 10 % площади продольного сечения сварного шва на этом участке.

2.3 Методы и средства проектирования

Проектирование – это практическая деятельность, целью которой является поиск новых решений, оформленных в виде комплекта документации. Процесс поиска представляет собой последовательность выполнения взаимообусловленных действий, процедур, которые, в свою очередь, подразумевают использование определенных методов.

Методы проектирования, применяемые в дипломном проекте:

1. Расчетный метод. Рассчитываются технологические режимы, элементы сборочно-сварочных приспособлений, техническое и материальное нормирование операций, вентиляция. Расчеты проводились в программе *MathCad 14*.

2. Проектировочный метод. Был спроектирован участок сборки-сварки траверсы задней. Участок сборки-сварки был вычерчен в программе *Компас 3D V16*.

2.4 Постановка задачи

Целью работы является разработка технологии изготовления траверсы задней.

Для достижения поставленной цели нужно решить ряд задач: анализ конструкции, выбор сварочного оборудования, нормирование операций, выбор и расчёт основных элементов производства, рациональное размещение элементов производства в цехе.

Технологический процесс должен обеспечить качество, экономичность, обеспечить оптимальный уровень механизации и автоматизации производства. Изготовление траверсы задней должно быть технологичным.

3 Разработка технологического процесса

3.1 Анализ исходных данных

3.1.1 Основные материалы

Изготавливаемое изделие – траверса задняя. Детали изготовлены из стали 14ХГ2САФД.

Химический состав и механические свойства стали 14ХГ2САФД приведены в таблицах 3.1 и 3.2.

Таблица 3.1 – Химический состав стали 14ХГ2САФД (ТУ 14-1-4632-93) в % [24]

<i>C</i>	<i>Mn</i>	<i>Si</i>	<i>Cu</i>	<i>N</i>	<i>V</i>	<i>Al</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>P</i>	<i>S</i>
							Не более			
0,12-0,18	1,4-1,9	0,4-0,7	0,1-0,4	0,01-0,02	0,04-0,08	0,01-0,05	0,05	0,3	0,035	0,02

Таблица 3.2 – Механические свойства стали 14ХГ2САФД [24]

σ_B , МПа	σ_T , МПа	δ_5 , %	КСУ ₄₀ МДж/м ²
490-735	590-835	16	59

Одной из характеристик материала является степень свариваемости. Определение указанного понятия должно основываться на физической природе сварочного процесса и соотношения металлов с данными процессами. Сварочный процесс носит комплексный характер и представляет собой, по сути, несколько процессов, которые осуществляются в одно и то же время; из них ключевыми выступают следующие: тепловое воздействие на металл в зонах вблизи швов; плавление; металлургические процессы; кристаллизация металла на участке сплавления. Свариваемость металлов представляет собой,

таким образом, соотношение между указанными процессами и характеристиками металлов. Свариваемость может рассматриваться как с технологической позиции, так и с физической [25].

Стали, в соответствии с уровнем свариваемости, делятся на следующие категории [26]:

- хорошо свариваемые;
- удовлетворительно свариваемые;
- ограниченно свариваемые;
- плохо свариваемые.

Свариваемость сталей характеризуется, в первую очередь, такими признаками, как механические качества сварного шва и тенденция к возникновению трещин.

Для определения стойкости конструкционного металла против образования трещин определим фактор склонности по формуле [27]:

$$C_{\text{ЭКВ}} = C + 2 \times S + (P/3) + ((Si - 0,4)/4) + (Ni/8) + ((Mn - 0,8)/8) + (Cu/10) + (Cr - 0,8/10), \quad (3.1)$$

где символ каждого элемента обозначает максимальное содержание его в металле (по техническим условиям или стандарту) в процентах.

Если углеродный эквивалент $C_{\text{ЭКВ}}$ больше 0,45 процентов, то для обеспечения стойкости околошовной зоны против образования околошовных трещин и закалочных структур следует применять предварительный подогрев, а в ряде случаев и последующую термообработку свариваемого металла.

Рассчитаем эквивалентное содержание углерода для стали 14ХГ2САФД:

$$C_{\text{ЭКВ}} = 0,12 + 2 \times 0,02 + (0,035/3) + ((0,4 - 0,4)/4) + (0,3/8) + ((1,4 - 0,8)/8) + (0,1/10) + (0,05 - 0,8/10) = 0,264\%.$$

Сталь 14ХГ2САФД – легированная высокопрочная износостойкая мартенситно-бейнитная по ТУ 14-1-4632-93 [24]. Эта сталь относится к первой группе свариваемости и обладают хорошей свариваемостью [24].

Ограничения по свариваемости могут быть лишь по минимальной температуре окружающей среды (не ниже минус 10 градусов по Цельсию). Этому способствует ускоренное охлаждение шва. Кроме того, наплавленный металл иногда легируют небольшим количеством марганца и кремния через сварочную проволоку.

3.1.2 Обоснование и выбор способа сварки

Способы сварки при разработке технологии следует выбирать как из числа типовых, так и из числа специальных способов сварки, чтобы проектируемая технология наиболее соответствовала современным требованиям, была эффективной и перспективной.

Выбранный способ сварки должен удовлетворять требованиям, установленным исходными данными. Если в результате выбора предполагается несколько способов, то окончательный выбор производится по результатам экономической эффективности.

Для стали 14ХГ2САФД рекомендуются следующие способы сварки: ручная дуговая сварка, плавящимся электродом в защитном газе, автоматическая дуговая сварка под флюсом [24]. На основании проведенного исследования (глава 1) механизированную сварку режимом *SpeedArc* плавящимся электродом в среде защитных газов *Ar* и *CO₂* (*Ar* – 80%, *CO₂* – 20%) *ISO 14175* – M21.

3.1.3 Выбор сварочных материалов

Оптимальный выбор сварочной проволоки предусматривает обязательный учёт химического состава свариваемых материалов, к которому должен быть приближен и состав проволоки. Для выполнения сварки в

защитной газовой среде представляется оптимальным применение сварочной проволоки Св-08Г2С-О 2246-70 (диаметр – 1,2 мм). Химический состав проволоки и механические свойства металла шва приведены в таблице 3.3 и 3.4.

Таблица 3.3 – Химический состав проволоки в % по ГОСТ 2246-70 [28]

Марка проволоки	Химический состав							
	C	Mn	Si	Ti	Ni	Cr	S	P
					не более			
Св-08Г2С-О	0,05÷0,11	1,8÷2,1	0,7÷0,95	-	0,025	0,02	0,025	0,03

Таблица 3.4 – Механические свойства металла шва [29]

Марка проволоки	σ_B , МПа	δ , %	KV, Дж	KCU, Дж/см ²	
			-20 ⁰ С	-40 ⁰ С	-60 ⁰ С
Св-08Г2С-О	510	12	47		43

Для защиты сварочной дуги и сварочной ванны принимаем смесь ISO 14175 – M21 – ArC – 20 двуокиси углерода с аргоном в соотношении 20% двуокиси углерода к 80% аргона (ГОСТ Р ИСО 14175-2010). Смесь газов, по сравнению со сваркой в чистом углекислом газе снижает разбрызгивание расплавленного металла электродной проволоки и достигается лучшее смачивание верхней части шва [30].

3.2 Выбор технологических режимов

В 2016 году LORCH обрадовал разработкой и внедрением новых возможностей в регулировке сварочной дуги, а именно ее длины и динамики в импульсных сварочных полуавтоматах Lorch S и Lorch S SpeedPulse – функция XT (данные аппараты используют технологию SpeedArc). Данный процесс был создан и запатентован исключительно LORCH, что ставит

данного производителя на ступень выше среди конкурентов и аналогов. Благодаря внедрению новой технологии *XT*, сварочный процесс становится еще более стабильным, а сварка совершеннее.

С приходом синергетического управления, процесс сварки стал проще. Например, в сварочных полуавтоматах *LORCH* для настройки сварщику необходимо только выбрать металл, диаметр проволоки и используемый защитный газ. Далее выбирается толщина свариваемого металла, а все остальные параметры, в том числе напряжение и скорость подачи проволоки, выставляется аппаратом самостоятельно. В процессе сварки вручную сварщик лишь корректирует скорость подачи проволоки [31].

Сварочный полуавтомат *Lorch S5* характеризуются наличием цифрового синергетического управления, которое автоматически определяет оптимальные параметры сварки, для этого в него нужно ввести данные о толщине металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки.

3.3 Выбор основного оборудования

Выбираем источники сварочного тока и сварочный аппарат для механизированной сварки. Для сварки в среде защитного газа *ISO 14175 – M21* плавящимся электродом нужен источник тока, обеспечивающий ток сварки $I_c = 260-280$ А, напряжение сварки $U = 26-28$ [32] обладающий импульсными процессами сварки. Согласно требуемым условиям, выбираем сварочный полуавтомат *Lorch S5* [33], его характеристики приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Технические характеристики полуавтомата *Lorch S5* [33]

Характеристики	Значение
Сварка <i>MIG/MAG</i> , А	25–400
Регулировка напряжения	Плавная
Сварочный газ	Смешанный газ + CO ₂
Сварочная проволока	
Сталь Ø, мм	0,6–1,2
Алюминий Ø, мм	1,0–1,6
<i>CuSi</i> Ø, мм	0,8–1,2
Продолжительность включения (ПВ) по стандарту <i>DIN EN 60974-1</i> при 40 °С	
Ток при 100 % ПВ, А	320
Ток при 60 % ПВ, А	350
ПВ при макс. токе, %	50
Аппарат	
Сетевое напряжение, В	3~400
Доступные перепад в сети, %	+/-15
Сетевой предохранитель инерционный, А	32
Размер (Д x Ш x В), мм	1116 x 463 x 812
Масса источника, кг	97,3
Масса подающего, кг	20,2

Импульсный сварочный полуавтомат *Lorch* серии *S* с цифровым управлением – пропуск в профессиональный мир импульсной сварки. Импульсный сварочный полуавтомат *Lorch* серии *S* обеспечивает стандартную импульсную сварку *MIG/MAG* идеального промышленного качества. Преимущества не вызывают сомнений [33]:

- практически отсутствие брызг;
- оптимальный контроль сварочной ванны;
- контролируемый перенос капель металла;

- превосходный внешний вид шва.
- экономия времени на доработку шва.

Работа импульсного полуавтомата *Lorch* отличается сверхбыстрым автоматическим регулированием. За миллисекунды импульсный сварочный полуавтомат с режимом импульсной сварки реагирует на любые изменения, что позволяет оптимально управлять сварочным процессом. Импульсные сварочные полуавтоматы *Lorch* серии *S* отличаются отличной продолжительностью включения, концепцией управления «Три шага до начала сварки» и прочным промышленным корпусом. Вы можете в любое время индивидуально изменить настройки вашего импульсного сварочного полуавтомата *Lorch* в соответствии с новыми задачами и дооснастить его всеми процессами *Speed: SpeedPulse, SpeedArc, SpeedUp*, а также новым процессом *SpeedRoot*. Благодаря установленным *Speed*-процессам вы можете увеличить скорость сварки на вашем импульсном сварочном полуавтомате на 48%.

В сварочных полуавтоматах *Lorch* серий *S* и *S-SpeedPuls* реализована возможность регулировки динамики сварочной дуги – функция *XT* (запатентовано *Lorch*). Благодаря регулировки динамики процесс сварки становится еще более стабильным. *XT* объединяет все лучшие характеристики, что создает более простую, комфортную, лучшую в управлении импульсную сварку с регулировкой напряжения.

Улучшения [33]:

- улучшенная сварка зазоров путем изменения вылета электрода;
- активное противодействие отклонениям дуги путем уменьшения длины дуги (уменьшая расстояние горелка – деталь);
- лучший контроль при сварке в ограниченном пространстве: угловые соединения и т.д.;
- стабильность без скачков напряжения/тока;
- малое образование брызг;
- без слышимых изменений частоты;

- при *speedpulse xt* – умеренная регулировка длины дуги;
- простой и удобный процесс сварки;
- уменьшение затрат на обработку детали после сварки.

3.4 Выбор оснастки

Оснастка технологическая – это совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок и инструмента, выполнения сборочных операций, деталей или изделий. Использование оснастки позволяет осуществить дополнительную или специальную обработку и/или доработку выпускаемых изделий.

При изготовлении траверсы задней предлагается применять для поворота изделия кантователь центровой двухстоечный ГРП-КД1-ПЦ 2000 [34]. На кантователе свариваемые детали крепятся при помощи держателей универсальных. Так же для соосности валов применяются технологические валы диаметром 85 мм, для фиксации собираемых деталей применяются струбцины,

При изготовлении траверсы задней необходимо разработать приспособление сборочно-сварочное, с помощью которого можно бы было быстро позиционировать детали изделия и выполнять их фиксацию. Приспособление сборочно-сварочное будет разработано и рассчитано главе 4 и его внешний вид будет показан на чертеже ФЮРА.000001.168.00.000 СБ. а спецификация приспособления сборочно-сварочного показано в приложении Б.

3.5 Составление схем узловой и общей сборки

Технологический процесс сборки – это совокупность операций по соединению деталей в определённой технической и экономически целесообразной последовательности для получения сборочных единиц и изделий, соответствующих предъявляемым к ним требованиям.

Различают процессы узловой и общей сборки. Объектом узловой сборки является сборочная единица – самостоятельная часть машины или устройства, которая выполняет определённую функцию и может транспортироваться либо для установки, либо для реализации.

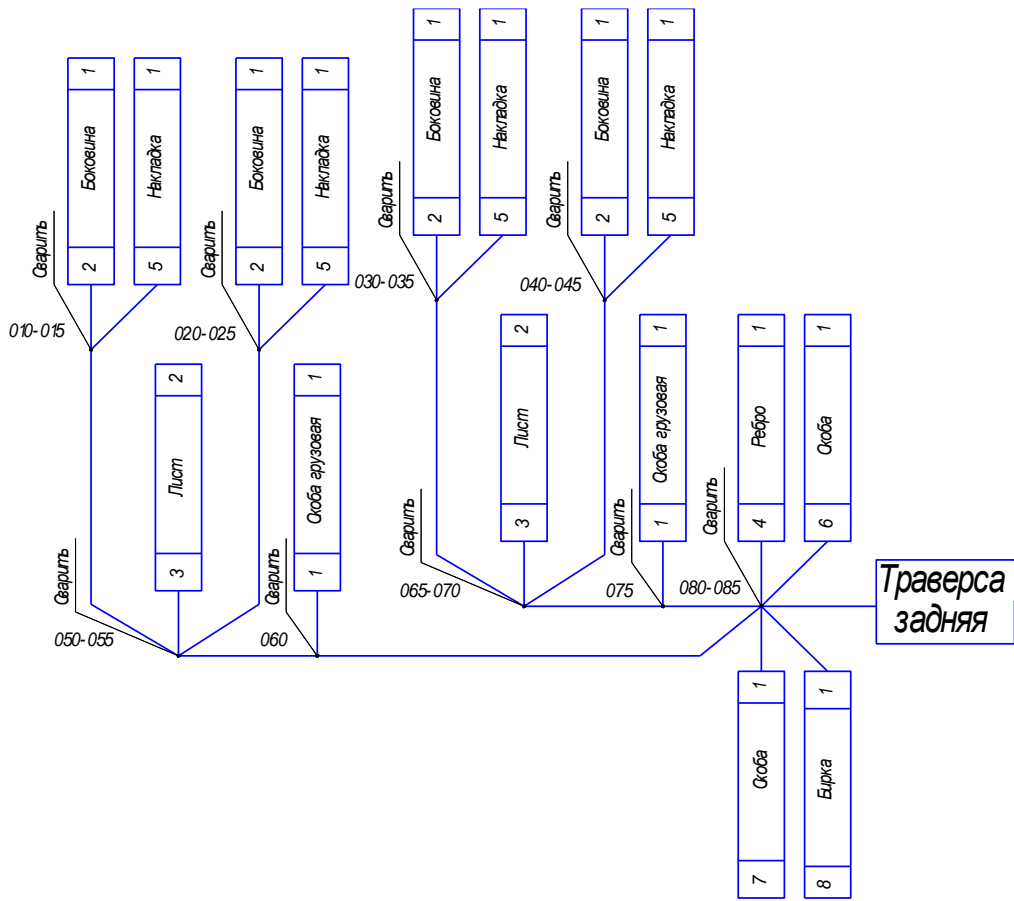
Технологическая схема сборки – графическое изображение последовательности сборки изделия или сборочной единицы.

Технологическая схема сборки содержит информацию о комплектующих изделиях или узлах (базовом элементе, сборочных единицах и деталях), последовательности их сборки, а также о методе сборки. Базовый элемент и готовое изделие связывает линия комплектования.

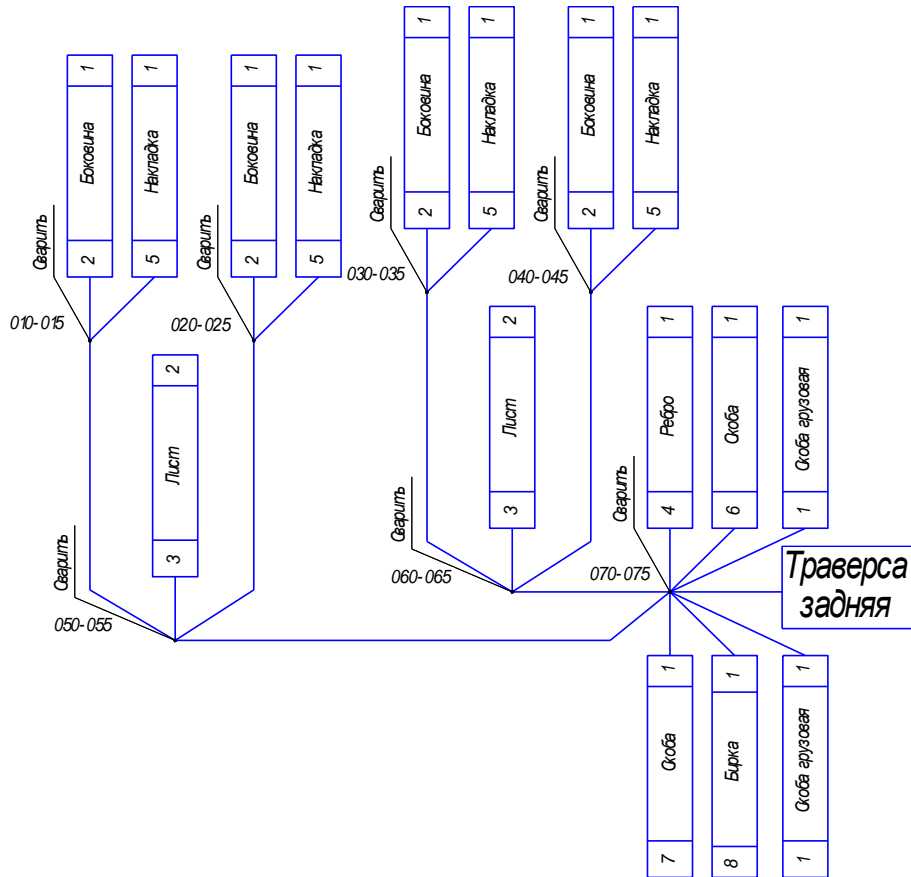
Сборочные единицы и отдельные детали, поступающие на сборку, могут располагаться по разные стороны от этой линии, но это не жёсткое правило. Иногда с целью получения более компактной схемы от него можно отойти.

Последовательность соединения деталей и узлов машины не может быть произвольной. Для простых узлов чаще всего возможна лишь одна последовательность сборки. Для сложных узлов и машин возможны различные варианты последовательности сборки [35].

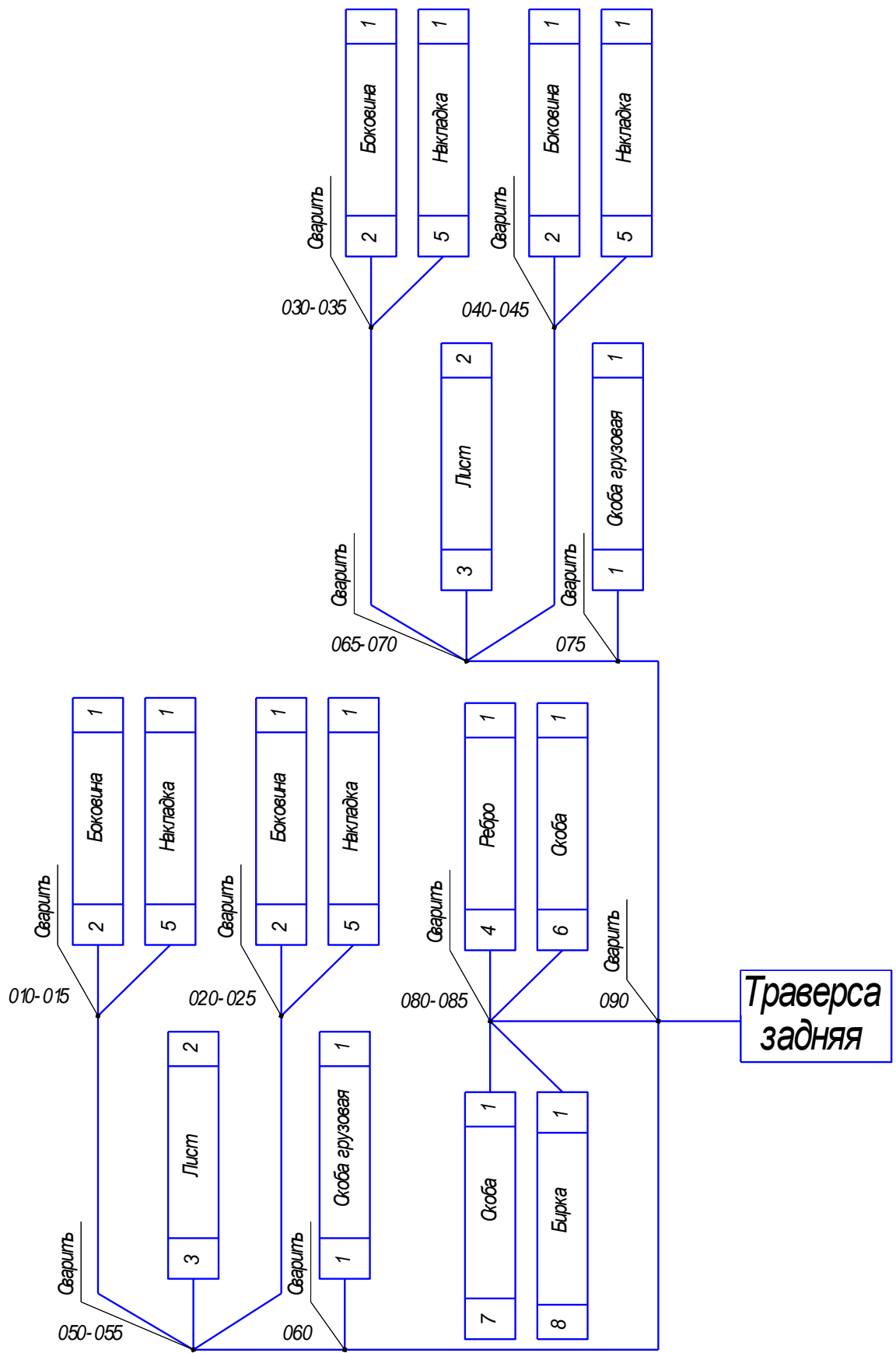
На чертеже ФЮРА.000004.168 ЛП представлена технологическая схема изготовления траверсы задней. На рисунке 3.1 показаны варианты технологической схемы изготовления траверсы задней.



а.



б.



В.

Рисунок 3.1 – Технологические схемы изготовления траверсы задней

Выбираем вариант, представленный на рисунке 3.1а как наиболее технологичный. Вариант б сильно не отличается от варианта а, но вариант а является более логичным (последовательным). Вариант в хуже по сравнению с вариантами а и б потому, что содержит больше технологических операций.

3.6 Выбор методов контроля. Регламент проведения. Оборудование

Обеспечение высокого качества сварочных работ – наиболее важная проблема в области сварки.

Качество сварных соединений в значительной мере определяет эксплуатационную надёжность и экономичность конструкции [36].

Операционный контроль сварочных работ.

Операционный контроль сварочных работ выполняется производственными мастерами службы сварки и контрольными мастерами службы технического контроля (СТК).

Перед началом сварки проверяется [36]:

- наличие у сварщика допуска к выполнению данной работы;
- качество сборки или наличие соответствующей маркировки на собранных элементах, подтверждающих надлежащее качество сборки;
- состояние кромок и прилегающих поверхностей;
- наличие документов, подтверждающих положительные результаты контроля сварочных материалов;
- состояние сварочного оборудования или наличие документа, подтверждающего надлежащее состояние оборудования;
- температура предварительного подогрева свариваемых деталей (если таковой предусмотрен НТД или ПТД).

В процессе сварки проверяется [36]:

- режим сварки;
- последовательность наложения швов;

- размеры накладываемых слоев шва и окончательные размеры шва;
- выполнение специальных требований, предписанных ПТД;
- наличие клейма сварщика на сварном соединении после окончания сварки.

Контроль качества швов сварных соединений производится с целью выявления поверхностных, внутренних и сквозных дефектов.

Методы контроля качества швов сварных соединений – по ГОСТ 3242-69.

Контролю внешним осмотром и измерениями подлежат каждый сварной шов [36].

При изготовлении траверсы задней применяется визуальный измерительный контроль сварных швов.

Проведение ВИК измерительного контроля регламентируется: ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением», СТО 9701105632-003-2021 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю», ГОСТ 8.051-81 «Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм». В них содержатся требования к квалификации персонала, средствам и процессу контроля, а также к способам оценки и регистрации его результатов [37].

По внешнему виду сварной шов должен соответствовать следующим требованиям:

- поверхность шва должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой, высота чешуйчатости не должна быть более 1 мм;
- сварной шов не должен иметь наплывов, незаверенных кратеров, наплавленных кромок, прожогов и трещин.

При этом допускаются [36]:

- подрезы основного металла глубиной не более 0,5 мм при толщине свариваемого металла до 10 мм и глубиной не более 1 мм при толщине металла

свыше 10 мм. Подрезы, превышающие указанные выше нормы, допускается исправлять заваркой тонким швом теми же электродами, что в основной шов;

- поверхностные поры, не превышающие 4 шт. на 0,4 м;
- брызги на сварном шве и околошовной зоне в труднодоступных местах, а также на швах, выполненных "под закрытие".

Сварной шов не должен иметь внутренних трещин.

Допускаются следующие внутренние дефекты швов [36]:

- непровары по сечению швов, выполненных двухсторонней или односторонней сваркой на подкладке, глубиной до 5% от толщины металла, но не более 2 мм при длине непровара до 50 мм в общей длине участков не более 200 мм на 1 м шва;

- непровары в корне шва, выполненного односторонней сваркой без подкладки, глубиной до 15% от толщины металла для толщин до 20 мм в не свыше 3 мм при толщине более 20 мм;

- суммарная величина дефектов (непровары, валковые включения в поры), не превышающих в рассматриваемом сечении двухсторонней сварке 10% от толщины свариваемого металла, но не более 2 мм, и при односторонней сварке без подкладки – 15%, но не более 3 мм.

Результаты контроля качества сварных соединений стальных конструкций должны отвечать требованиям СНиП 3.03.01-87 (пп. 8.56-8.76) [36].

Для визуального и измерительного контроля применяют:

Штангенциркуль 1 кл ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка поверочная, УШС-4, образцы шероховатости $Rz80$, люксметр, угольник поверочный.

При необходимости контроля поверхностных дефектов более современными методами на чертеже должен быть указан метод и объём контроля.

Контроль внутренних дефектов должен производиться просвечиванием проникающими излучениями, ультразвуковым, магнитным или другими

методами. Необходимость контроля, метод и объём его указываются на чертеже.

Методы контроля механических свойств сварных соединений по ГОСТ 6996-66. Необходимость и объём контроля также следует указывать на чертеже.

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкции, должен производиться до установки деталей, закрывающих эти швы. Клеймо должно наноситься на поверхности, не закрываемые деталями при последующей сварке.

Недопустимые дефекты сварного шва должны быть удалены обработкой резанием, воздушно-дуговой строжкой или другими способами огневой резки с последующей зачисткой поверхности до чистого металла и заварены.

Не допускается исправление дефектов, замеченных в сварных швах, испытываемых на герметичность.

Исправление дефектов в одном и том же месте допускается не более двух раз. При последующем обнаружении дефектов изделия должны быть разъединены, вновь подготовлены под сварку и сварены; при получении некачественного сварного шва изделия должны быть заменены новыми [36].

3.7 Разработка технологической документации

Основное требование к технологии любой совокупности операций, выполняемых на отдельном рабочем месте, заключается в рациональной их последовательности с использованием необходимых приспособлений и оснастки.

При этом должны быть достигнуты соответствующие требования чертежа, точность сборки, возможная наименьшая продолжительность сборки и сварки соединяемых деталей, максимальное облегчение условий труда, обеспечение безопасности работ. Выполнение этих требований достигается

применением соответствующих рациональных сборочных приспособлений, подъёмно-транспортных устройств, механизации сборочных процессов [38].

Разработка технологических процессов включает [38]:

1. расчленение изделия на сборочные единицы;
2. установление рациональной последовательности сборочно-сварочных, слесарных, контрольных и транспортных операций;
3. выбор типов оборудования и способов сварки.

В результате должны быть достигнуты [38]:

- возможная наименьшая трудоёмкость;
- минимальная продолжительность производственного цикла;
- минимальное общее требуемое число рабочих;
- наилучшее использование производственного транспорта вспомогательного оборудования;
- возможный наименьший расход производственной энергии.

Для удобного расположения всех записей и расчётных данных технологический процесс выполняют на особых бланках, называемых ведомостями технологического процесса, технологическими и инструкционными картами.

Эти бланки после их заполнения составляют документацию разработки технологического процесса, которые должны содержать [38]:

- наименование и условное обозначение изделия;
- название и условное обозначение (номер) сборочной единицы;
- число данных сборочных единиц в изделии;
- перечень данных сборочных единиц в изделии;
- название цеха;
- указание, откуда должны поступить детали на сборку и сварку и куда должна быть отправлена готовая сборочная единица;
- последовательный перечень всех операций;
- сведения по каждому переходу (приспособления, сварочное оборудование, рабочий и мерительный инструмент);

- данные о принятых способах и режимах сварки;
- сведения о числе рабочих, их специальности и квалификации;
- нормы трудоёмкости, расходы основных и вспомогательных материалов.

При заполнении технологических карт необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ 3.1705-81 «Правила записи операций и переходов. Сварка» и ГОСТ 3.1703-79 «Правила записи операций и переходов. Слесарные, слесарно-сборочные работы».

Изготовление траверсы задней начинается с установки на плиту сборочную боковины поз. 2 и накладки поз. 5, отверстия деталей совмещаются при помощи технологических валов. Выполняется прихватка деталей между собой. Затем сб. ед. 1 перемещается на кантователь (операция 010). На кантователе детали свариваются между собой и перемещаются снова на плиту сборочную (операция 015). В операциях 020, 030 и 040 повторяются действия, выполненные в операции 010. В операциях 025, 035 и 045 повторяются действия, выполненные в операции 015. Далее на плиту сборочную устанавливаются сб. ед. 1 и 2, между ними устанавливаются листы поз. 3 (2 шт.), выдерживается р-р $210 \pm 1,5$ мм. В отверстия сб. ед. 1 и 2 вставляются технологические валы 85 мм (2 шт.). Выполняется прихватка деталей между собой. Извлекаются технологические валы сб. ед. 5 перемещается на кантователь (операция 050). Выполняется сварка деталей (операция 055). Затем на сб. ед. 5 устанавливается скоба грузовая поз. 1 в р-ры 29 ± 3 ; 360 ± 5 мм. Выполняется прихватка и сварка. Сб. ед. перемещается на плиту сборочную (операция 060). В операциях 065, 070 и 075 повторяются последовательно операции 050, 055 и 060. После на плиту сборочную устанавливают сб. ед. 7 и 8, в отверстия деталей сб. ед. вставляют технологические валы 85 мм (2 шт.). Выдерживают р-р $546 \pm 1,5$ мм. Устанавливают на сб. ед. ребро поз. 4, выдержать р-ры $415 \pm 1,5$; $70 \pm 1,5$ мм. Устанавливают на сб. ед. скобы поз. 6 и поз. 7, выдерживают р-р $35 \pm 1,5$ мм. Устанавливают на ребро поз. 4 бирку поз. 8, выдерживают р-ры 110 ± 5 ; 250 ± 5 мм. Выполняется прихватка и сварка. Сб.

ед. перемещается на кантователь (операция 080). В операции 085 выполняется окончательная сварка изделия. После выполняется слесарная обработка (зачищаются св. соедин. от брызг сварки) и контроль (операции 090-095).

Технологический процесс производства траверсы задней приведен в приложении В.

3.8 Техническое нормирование операций

Цель технического нормирования – установление для конкретных организационно-технических условий затрат времени необходимого для выполнения заданной работы.

Техническое нормирование имеет большое значение, так как является основой всех расчетов при организации и планировании производства.

Норма штучного времени для всех видов дуговой сварки [39]:

$$T_{ш} = T_{н.ш.-к} \times L + t_{в.и}, \quad (3.2)$$

где, $T_{н.ш.-к}$ – неполное штучно-калькуляционное время;

L – длина сварного шва по чертежу;

$t_{в.и}$ – вспомогательное время, зависящее от изделия и типа оборудования.

Неполное штучно-калькуляционное время на 1 метр шва:

$$T_{н.ш.-к} = (T_o + t_{в.ш}) \times \left(1 + \frac{a_{обс.} + a_{отл.} + a_{п-з}}{100} \right), \quad (3.3)$$

где, T_o – основное время сварки;

$t_{в.ш}$ – вспомогательное время, зависящее от длины сварного шва;

$a_{обс.}$, $a_{отл.}$, $a_{п-з}$ – соответственно время на обслуживание рабочего места, отдых и личные надобности, подготовительно – заключительную работу, % к

оперативному времени. Для механизированной сварки в смеси газов плавящимся электродом сумма коэффициентов составляет 27% [39].

$$T_o = \frac{F_1 \times \gamma \times 60}{I_1 \times \alpha} + \frac{F_n \times \gamma \times 60}{I_n \times \alpha} \times n, \quad (3.4)$$

где F – площадь поперечного сечения наплавленного металла шва, мм²,

I – сила сварочного тока, А;

γ – плотность наплавленного металла, г/см³;

α_n – коэффициент наплавки, г/(А×ч).

Рассчитаем норму времени механизированной сварки в смеси газов при изготовлении траверсы задней.

Исходные данные:

- марка стали 14ХГ2САФД;
- марка электродной проволоки Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70;
- положение шва нижнее;
- коэффициент наплавки для сварочной проволоки Св-08Г2С-О при

механизированной сварке составляет $\alpha_n=15$ г/(А×ч) [27].

Время сварки для шва №5 нестандартный:

$$T_o = \frac{20 \times 7,85 \times 60}{260 \times 15} + \frac{38,5 \times 7,85 \times 60}{280 \times 15} \times 7 = 32,64 \text{ мин.}$$

Определим время на операцию 010

Масса дет. поз. 2 $m_1=23,9$ кг; установка дет. кран-балкой на плиту сборочную $t_1=1,6$ мин.; масса дет. поз. 5 $m_2=25,2$ кг; установка кран-балкой на плиту сборочную $t_2= 1,6$ мин.; извлечение технологических валов $t_3= 0,8$ мин.; масса дет. поз. 8 $m_3=49,1$ кг.

Найдем время на прихватку:

1. $0,15 \times 18 = 2,7$ мин.,

2. $t_{в.н} = 1,6 + 1,6 + 0,8 + 2,7 = 6,7$ мин.,

3. $T_{III}=6,7$ мин.

Определим время на операцию 015

Масса дет. поз. 4 $m_1=49,1$ кг; установка дет. кран-балкой на приспособление $t_1=1,6$ мин.; перемещение кран-балкой на плиту сборочную $t_2= 1,6$ мин.

Найдем время на прихватку:

2. $t_{в.и} 1,6+1,6=3,2$ мин.,

3. $T_{н.ш-к} = (32,64+0,75) \times \left(1 + \frac{27}{100}\right) = 42,4$ мин.,

4. $T_{III}=42,4 \times 1,936 + 3,2 = 85,29$ мин.

Нормы штучного времени технологического процесса изготовления траверсы задней приведены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Нормы штучного времени технологического процесса изготовления траверсы задней

№ опер.	Наименование операции	Тшт, мин.
1	2	3
005	Комплектовочная	-
010	Сборка-сварка	6,7
015	Сварка	85,29
020	Сборка-сварка	6,7
025	Сварка	85,29
030	Сборка-сварка	6,7
035	Сварка	85,29
040	Сборка-сварка	6,7
045	Сварка	85,29
050	Сборка-сварка	37,88
055	Сварка	21,88
060	Сборка-сварка	10,83

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
065	Сборка-сварка	37,88
070	Сварка	21,88
075	Сборка-сварка	10,83
080	Сборка-сварка	9,9
085	Сварка	25,31
090	Слесарная	52,08
095	Контроль	96,7
Итого		693,16

3.9 Материальное нормирование

3.9.1 Расход металла

Количество металла, идущего на изготовление изделия определяем по формуле [40]:

$$m_m = m \times k_o, \quad (3.5)$$

где m – вес одного изделия, кг;

k_o – коэффициент отходов, $k_o = 1,3$ [40];

$$m_m = 345 \times 1,3 = 448,5 \text{ кг.}$$

3.9.2 Расход сварочной проволоки

Расчет расхода сварочной проволоки [25]:

$$M_{\text{ЭП}} = K_{\text{р. п.}} \times (1 + \psi_p) \times M_{\text{НО}}, \quad (3.6)$$

где $K_{\text{р. п.}}$ – коэффициент расхода проволоки, учитывающий потери её при наладке сварочного аппарата, $K_{\text{р. п.}} = 1,02 \dots 1,03$ [25]; принимаем $K_{\text{р. п.}} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки, $\psi_p = 0,01 \dots 0,15$ [25], принимаем $\psi_p = 0,1$;

$M_{\text{н.о.}}$ – масса наплавленного металла;

Масса наплавленного металла $M_{\text{н.о}}$ для шва №1 (смотри чертеж ФЮРА.000БВЗ.136.00.000 СБ) определяем по формуле:

$$M_{\text{НО}} = F_{\text{НО}} \times L_{\text{ш}} \times \rho, \quad (3.7)$$

где $F_{\text{НО}}$ – площадь сечения наплавленного металла, $F_{\text{НО}} = 96,7 \text{ мм}^2$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ);

$L_{\text{ш}}$ – длина шва, $L_{\text{ш}} = 2,92 \text{ м}$ (определено с помощью Компас из чертежа ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ);

ρ – масса наплавленного металла, $\rho = 7,85 \text{ г} \times \text{см}^3$ [25];

$$M_{\text{НО}} = 96,7 \times 2,92 \times 7,85 \times 10^{-3} = 2,217 \text{ кг.}$$

Аналогично проведем расчет массы наплавленного металла для других швов и полученные данные занесем в таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Значения площади швов, длинны швов и результаты расчета наплавленного металла

№ шва	Площадь шва, мм ²	Длинна шва, м.	Наплавленный металл, кг.
1	96,7	2,92	2,217
2	7	0,05	0,003
3	112	3,88	3,411
4	210	0,36	0,593
5	328	7,744	19,939
6	118	4,04	3,742
ИТОГО			29,906

Для проволоки Св-08Г2С-О:

$$M_{ЭП} = 1,03 \times (1 + 0,1) \times 29,906 = 33,833 \text{ кг.}$$

3.9.3 Расход защитного газа

Расчет защитного газа произведем по формуле [25]:

$$Q_{з.г.} = q_{з.г.} \times t_c, \quad (3.8)$$

где, $q_{з.г.}$ – расход защитного газа [27].

t_c – время сварки, $t_c = 320,5$ мин. (рассчитано в пункте 3.8 и программе *MathCad*);

$$Q_{з.г.} = 13 \times 320,5 = 4167 \text{ л.}$$

3.9.4 Расход электроэнергии

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [25]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_u – КПД источника сварочного тока;

η_u – КПД источника сварочного тока, $\eta_u = 0,93$ [33];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [25]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$З_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.10)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии, Вт;

$Ц_{Э.Э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{Э.Э.} = 5,63$ руб/кВт×ч [41];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 0,534}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 4,81}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{5,342}{0,7} - 5,342 \right) = 44415 \text{ Вт},$$

$$З_{ТЭ} = 44,415 \times 5,63 = 250,06 \text{ руб.}$$

4 Разработка сборочно-сварочных приспособлений

4.1 Проектирование сборочно-сварочных приспособлений

Одним из самых главных и наиболее эффективных направлений в развитии технического прогресса является комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, в частности процессов сварочного производства.

Специфическая особенность этого производства – резкая диспропорция между объемами основных и вспомогательных операций. Собственно, сварочные операции по своей трудоемкости составляют всего 25-30% общего объема сборочно-сварочных работ, остальные 70-75% приходятся на сборочных, транспортных и различных вспомогательных работ, механизация и автоматизация которых осуществляется с помощью так называемого механического сварочного оборудования. Следовательно, если оценивать роль механического оборудования в общем комплексе механизации или автоматизации сварочного производства, то их можно охарактеризовать цифрой 70-75% всего комплекса цехового оборудования [42].

Приспособление сборочно-сварочное.

Принципиальная схема сборочно-сварочного приспособления показана на рисунке 4.1.

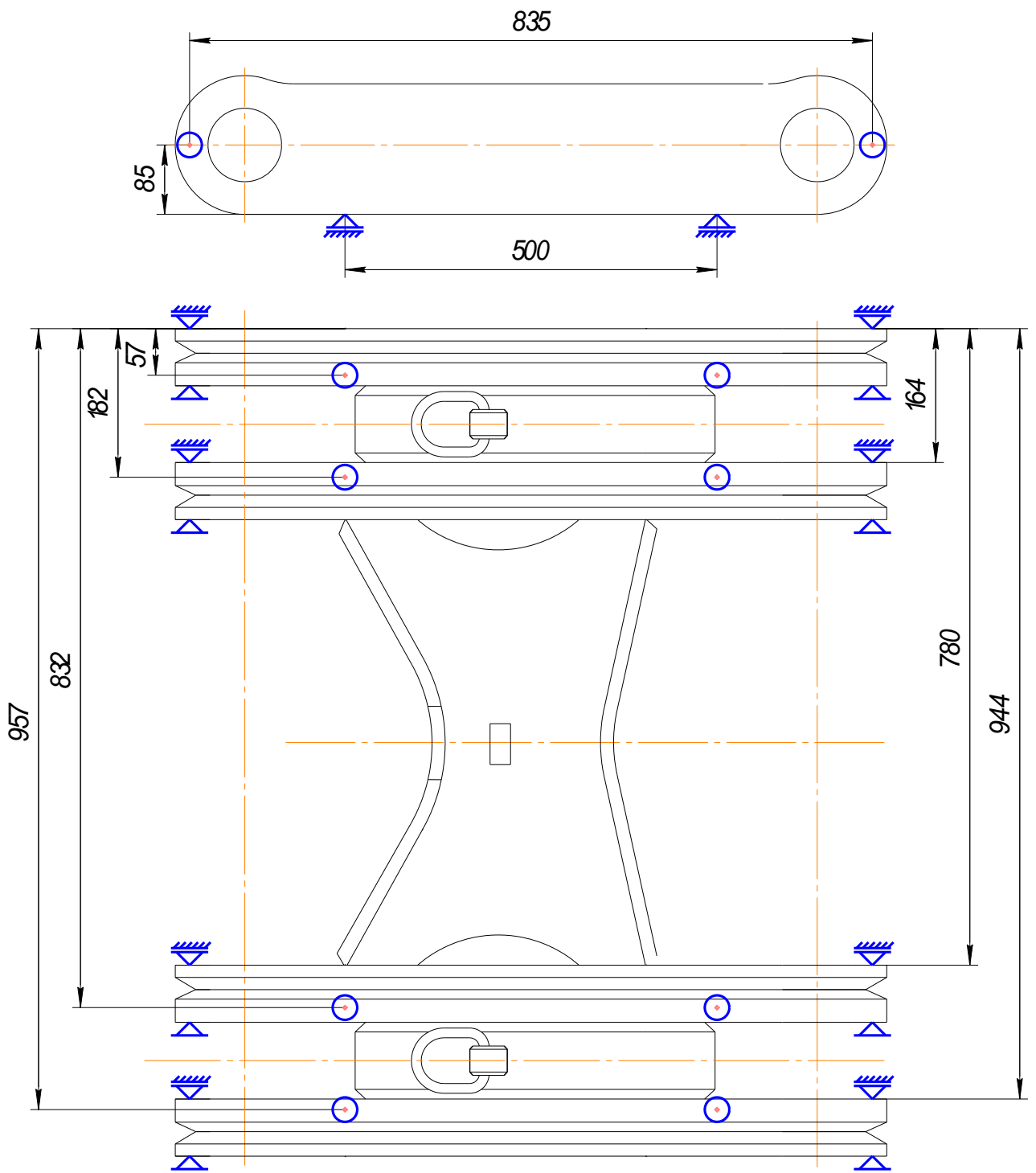


Рисунок 4.1 – Принципиальная схема приспособления сборочно-сварочного

4.2 Расчёт элементов приспособления

Для крепления собираемых деталей на приспособлении сборочно-сварочном ФЮРА.000001.168.00.000 СБ применяются струбцины. Рассчитаем диаметр резьбы винта струбцины.

Диаметры резьбы определим по формуле [43]:

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times P \times z}{[\sigma]_{\text{доп}} \times n}}, \quad (4.1)$$

где P – усилие на винт, кгс/см²;

z – поправочный коэффициент, принимаемый для винта с пятой 1,4. для винта без пяты 2;

$[\sigma]_{\text{доп}}$ – допускаемое напряжение на сжатие для винта, Н/мм²;

n – количество креплений;

$$d_p = 1,3 \times \sqrt{\frac{1,27 \times 2000 \times 2}{950 \times 2}} = 2,13 \text{ см.}$$

Из конструктивных соображений, согласно ГОСТ 7798-70, принимаем $d_p = 22$ мм [43].

4.3 Разработка эксплуатационной документации на приспособление

При разработке эксплуатационных документов необходимо придерживаться рекомендаций ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы» и ГОСТ Р 2.610 «Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эксплуатационных документов» [44].

Сведения об изделии, помещаемые в эксплуатационный документ, должны быть достаточными для обеспечения правильной и безопасной эксплуатации изделий в течение установленного срока службы. При необходимости в эксплуатационном документе приводят указания о требуемом уровне подготовки обслуживающего персонала.

В эксплуатационных документах, поставляемых с изделием, должна содержаться следующая информация [45]:

- наименование страны-изготовителя и предприятия-изготовителя;
- наименование и обозначение изделия;
- основное назначение, сведения об основных технических данных и потребительских свойствах изделия;

- правила и условия эффективного и безопасного использования, хранения, транспортирования и утилизации изделия;

- ресурс, срок службы и сведения о необходимых действиях потребителя по его истечении, а также информация о возможных последствиях при невыполнении указанных действий (сведения о необходимых действиях по истечении указанных.

- ресурсов, сроков службы, а также возможных последствиях при невыполнении этих действий приводят, если изделие по истечении указанных ресурса и сроков может представлять опасность для жизни, здоровья потребителя (пользователя), причинять вред его имуществу или окружающей среде либо оно становится непригодным для использования по назначению. Перечень таких изделий составляют в установленном порядке);

- сведения о техническом обслуживании и ремонте изделия (при наличии);

- гарантии изготовителя (поставщика) (в установленном законодательством порядке);

- сведения о сертификации (при наличии);

- сведения о приемке;

- юридический адрес изготовителя (поставщика) и/или продавца;

- сведения о цене и условиях приобретения изделия (приводит, при необходимости, изготовитель, поставщик либо продавец). Для изделий, разрабатываемых и/или поставляемых по заказам Министерства обороны, эти сведения и условия не приводят.

Инструкция по эксплуатации приспособления сборочно- сварочного представлена в приложении Г.

5 Проектирование участка сборки сварки

5.1 Состав сборочно-сварочного цеха

Размещение цеха – всех его производственных отделений и участков, а также вспомогательных, административно-конторских и бытовых помещений должно по возможности полностью удовлетворять всем специфическим требованиям процессов, подлежащих выполнению в каждом из этих отделений.

Эти требования обуславливаются главным образом индивидуальными особенностями заданных сварных конструкций и соответствующих рационально выбранных способов их изготовления; характерными особенностями типа производства и организационных форм его существования; степенью производственной связи основных отделений и участков с другими производственными и вспомогательными отделениями цеха [45].

Для проектируемого участка сборки и сварки траверсы задней принимаем схему компоновки производственного процесса с продольным направлением производственного потока. Направление производственного потока на таком участке совпадает с направлением, заданным на плане цеха. Продольное перемещение обрабатываемого металла и изготавливаемых деталей, сборочных единиц и изделий выполняется кран-балкой, а поперечное (на складах) – автокарами либо краном мостовым.

5.2 Расчёт основных элементов производства

К основным элементам производства относятся рабочие, ИТР, контролеры, оборудование, материалы и энергетические затраты [38].

5.2.1 Определение количества необходимого числа оборудования

Необходимое число оборудования рассчитаем по формуле [38]:

$$n_p = \frac{T_r}{\Phi_d}, \quad (5.1)$$

где, T_r – время необходимое для выполнения годовой программы продукции, ч.;

Φ_d – действительный фонд рабочего времени, ч.;

$$T_r = N \times T, \quad (5.2)$$

где, N – годовая программа выпуска продукции, $N = 500$ шт.;

T – длительность одной операции, мин.

Так как операции 010, 020, 030, 040, 050, 065, 080, 090 и 095 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{6,7+6,7+6,7+6,7+37,87+37,87+9,9+52,8+96,7}{60} = 2177 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени при двухсменной работе равен 3960 часов, найдем действительный отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 5\% = 3960 - 5\% = 3762 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{2177}{3762} = 0,58,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,58}{1} = 0,58.$$

В процентном соотношении загрузка составит 57,87 %.

Так как операции 015, 025, 035, 045, 055, 060, 070, 075 и 085 выполняются на одном рабочем месте, их расчет произведем одновременно.

$$T_r = 500 \times \frac{85,29+85,29+85,29+85,29+21,88+10,83+21,88+10,83+25,33}{60} = 3599 \text{ ч.},$$

$$n_p = \frac{3599}{3762} = 0,96,$$

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

Найдем коэффициент загрузки оборудования:

$$K_3 = \frac{n_p}{n_p} = \frac{0,96}{1} = 0,96.$$

В процентном соотношении загрузка составит 95,68 %.

5.2.2 Определение состава и численности рабочих

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

$$\Sigma T_r = 2177 + 3599 = 5776 \text{ ч.},$$

Φ_H – номинальный фонд рабочего времени равен 1976 часов, найдем действительный, отняв от номинального процент потерь времени:

$$\Phi_d = \Phi_H - 12\% = 1976 - 12\% = 1739 \text{ ч.}$$

Определим количество рабочих явочных [38]:

$$P_{\text{яв}} = \frac{T_R}{\Phi_H} = \frac{5776}{1976} = 2,92. \quad (5.3)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{яв}} = 3$. В первую смену работает два человека, а во вторую один.

Определим количество рабочих списочных [38]:

$$P_{\text{сп}} = \frac{T_R}{\Phi_d} = \frac{5766}{1739} = 3,32. \quad (5.4)$$

Примем число сварщиков равным $P_{\text{сп}} = 4$.

Вспомогательных рабочих (25% от количества основных рабочих) – 1;

ИТР (8% от суммы основных и вспомогательных рабочих) – 1;

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.

5.3 Пространственное расположение производственного процесса

Рациональное размещение в пространстве запроектированного производственного процесса и всех основных элементов производства, необходимых для осуществления этого процесса, требует разработки чертежей плана и разрезов проектируемого цеха [45].

Независимо от принадлежности к какой-либо разновидности сварочного производства сборочно-сварочные цехи могут включать следующие отделения и помещения [45]:

- производственные отделения: заготовительное отделение включает участки: правки и наметки металла, газопламенной обработки, станочной обработки, штамповочный, слесарно-механический, очистки металла;

- сборочно-сварочное отделение, подразделяющееся обычно на узловую и общую сборку и сварку, с производственными участками сборки, сварки, наплавки, пайки, термообработки, механической обработки, испытания готовой продукции и исправления изъянов, нанесения покрытий и отделки продукции;

- вспомогательные отделения: цеховой склад металла, промежуточный склад деталей и полуфабрикатов с участком их сортировки и комплектации, межоперационные складочные участки и места, склад готовой продукции цеха с контрольными и упаковочными подразделениями и погрузочной площадкой; кладовые электродов, флюсов, баллонов с горючими и защитными газами, инструмента, приспособлений, запасных частей и вспомогательных материалов, мастерская изготовления шаблонов, ремонтная, отделение электромашинное, ацетиленовое, компрессорное, цеховые трансформаторные подстанции;

- административно-конторские и бытовые помещения: контора цеха, гардероб, уборные, умывальные, душевые, буфет, комната для отдыха и приема пищи, медпункт.

Проектируемый в составе завода самостоятельный сборочно-сварочный цех всегда является, с одной стороны, потребителем продукции заготовительных и обрабатывающих цехов и складов завода, а с другой стороны – поставщиком своей продукции для цехов окончательной отделки изделий и для общезаводского склада готовой продукции.

Таким образом, между проектируемым сборочно-сварочным цехом и другими цехами, сооружениями и устройствами завода существует определенная производственная связь, необходимая для облегчения

нормального выполнения процесса изготовления заданной продукции по заводу в целом.

При проектировании как всего завода, так и его отдельных цехов необходимо стремиться к осуществлению прямопоточности всех производственных связей между отдельными цехами, к недопущению возвратных перемещений материалов и изделий.

На сварочном участке расположены: приспособление сборочно-сварочное, два держателя универсального, сварочный кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, сварочный полуавтомат *Lorch S5*, перемещение деталей осуществляется кран-балкой $Q = 0,5$ т и краном мостовым $Q = 5$ т перемещаются готовые изделия.

6. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

6.1 Финансирование проекта и маркетинг

Маркетинг – это организационная функция и совокупность процессов создания, продвижения и предоставления ценностей покупателям и управления взаимоотношениями с ними с выгодой для организации. В широком смысле задачи маркетинга состоят в определении и удовлетворении человеческих и общественных потребностей.

6.2 Экономический анализ техпроцесса

Будет проведена экономическая оценка стоимости технологического процесса изготовления траверсы задней. Траверса задняя – является частью частью крепи механизированной поддерживающе-оградительного типа.

Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, двухрядная (четырёхстоечная), может применяться в лавах с трудноуправляемыми и труднообрушаемыми кровлями.

Крепь предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, а также для передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах, в шахтах опасных по газу и пыли.

В разработанном технологическом процессе применим приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, которое состоит из упоров и швеллеров.

Применим современное сварочное оборудование: сварочный полуавтомат *LORCH S5* [33].

Проведем технико-экономический анализ предлагаемого технологического процесса. Нормы штучного времени предлагаемого технологического процесса изготовления траверсы задней приведены в таблице 3.7.

Показатель приведенных затрат является обобщающим показателем.

Определение приведенных затрат производят по формуле [38]:

$$C_{\text{прив}} = C_{\text{год}} + E_n \times K, \quad (6.1)$$

где $C_{\text{год}}$ – себестоимость годового объема продукции, руб/изд \times год;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, руб/год;

K – суммарные капитальные вложения в производственные фонды, руб.

6.2.1 Расчет капитальных вложений в производственные фонды

При расчете приведенных затрат капитальные вложения определяют, как сумму следующих расходов [38]:

$$K = K_o + K_{\text{п}} + K_{\text{зд}}, \quad (6.2)$$

где K_o – капитальные вложения в сварочное (сборочно-сварочное, наплавочное) оборудование, руб.;

$K_{\text{п}}$ – капитальные вложения в сборочно-сварочные приспособления и другую оснастку, руб.;

$K_{\text{зд}}$ – капитальные вложения в здания, руб.

6.2.1.1 Определение капитальных вложений в оборудование и приспособления

Капитальные вложения в оборудование определяем по формуле [38]:

$$K_{CO} = \sum_{i=1}^n \Pi_{oi} \times O_i \times \mu_{oi}, \quad (6.3)$$

где Π_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го типоразмера с учетом транспортно-заготовительных расходов, руб.;

O_i – количество оборудования i -го типоразмера, ед. (см. пункт 3.9);

μ_{oi} – коэффициент загрузки оборудования i -го типоразмера (см. пункт 3.9).

Цены на оборудование берутся за 01.01.2023 (смотри таблицу 6.1).

Таблица 6.1 – Оптовые цены на сварочное оборудование [46]

Наименование оборудования	Π_{oi} , руб
<i>LORCH S5</i> 2 шт.	692918

$$K_{CO} = 692918 \times 2 \times 0,768 = 1063935 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в сварочное оборудование приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Капитальные вложения в сварочное оборудование

Наименование оборудования	K_{CO} , руб.
<i>LORCH S5</i> 2 шт.	1063935
Итого	1063935

Капитальные вложения в приспособления найдем по формуле [38]:

$$K_{IP} = \sum_{j=1}^m K_{IPj} \times \Pi_j \times \mu_{ij}, \quad (6.4)$$

где $K_{ПРj}$ – оптовая цена единицы приспособления j -го типоразмера, руб.;

$П_j$ – количество приспособлений j -го типоразмера, ед. (см. пункт 3.9);

$\mu_{Пj}$ – коэффициент загрузки j -го приспособления (см. пункт 3.9);

$$K_{ПР1}=33000 \times 1 \times 0,579=19096 \text{ руб.};$$

$$K_{ПР2}=43400 \times 2 \times 0,957=83049 \text{ руб.};$$

$$K_{ПР3}=856000 \times 1 \times 0,957=819007 \text{ руб.};$$

$$K_{ПР}=19096+83049+819007=921151 \text{ руб.}$$

Капитальные вложения в приспособления приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – Капитальные вложения в приспособления [34]

Наименование оборудования	$K_{ПРj}$, руб	П _п , шт	$K_{ПР}$, руб.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ	33000	1	19096
Держатель универсальный	43400	2	83049
Кантователь двухстоечный серии ГРП-КД1- ПЦ 2000	856000	1	819007
ИТОГО			921151

6.2.1.2 Определение капитальных вложений в здание, занимаемое оборудованием и приспособлениями

Капитальные вложения в здание определяется по формуле [38]:

$$K_{зд} = \sum_{i=1}^n S_{O_i} \times h \times k_b \times Ц_{зд}, \text{ руб.}, \quad (6.6)$$

где S_{O_i} – площадь, занимаемая единицей оборудования, м²/ед; для предлагаемого технологического процесса: $S = 50,06 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000003.168 ЛП);

h – высота производственного здания, м, $h = 12$ м;

k_b – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь, равен 1,8 (так как известна полная площадь участка сборки-сварки, $k_b = 1$) [38];

$\Pi_{зд}$ – стоимость 1 м^3 здания на 01.01.2023 составляет, $\Pi_{зд}=94$ руб/ м^3 ;

$$K_{зд} = 50,06 \times 1 \times 12 \times 94 = 56468 \text{ руб.}$$

6.2.2 Расчет себестоимости единицы продукции

В техническую себестоимость сварочных работ включаются следующие статьи затрат:

- затраты на металл;
- затраты на сварочные материалы;
- затраты на электроэнергию;
- затраты на оплату труда;
- расходы на эксплуатацию и содержание оборудования и производственного помещения.

Определим себестоимость годового объема производства продукции по формуле [38]:

$$C_{\text{год}} = N_{\text{г}} \times (C_{\text{М}} + C_{\text{В}} + C_{\text{З}} + C_{\text{Э}} + C_{\text{а}} + C_{\text{и}} + C_{\text{п}}), \text{ руб./год.} \quad (6.7)$$

где $C_{\text{М}}$ – затраты на основные материалы, руб;

$C_{\text{В}}$ – затраты на вспомогательные материалы, руб;

$C_{\text{З}}$ – затраты на заработную плату, руб;

$C_{\text{Э}}$ – затраты на электроэнергию, руб;

$C_{\text{а}}$ – затраты на амортизацию оборудования, руб.;

$C_{\text{и}}$ – затраты на амортизацию приспособлений, руб.;

$C_{\text{п}}$ – затраты на содержание помещения, руб.

6.2.2.1 Определение затрат на основные материалы

Затраты на металл, идущий на изготовление изделия определяем по формуле [47]:

$$C_M = N_M \times k_{т.з.} \times C_M - N_0 \times C_0 \text{ руб./изд.}, \quad (6.8)$$

где N_M – норма расхода материала на одно изделие, кг (см. пункт 3.9);

$k_{т.з.}$ – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы при приобретении материалов $k_{т.з.}=1,04$ [47];

C_M – средняя оптовая цена стали 14ХГ2САФД, на 01.01.2023, руб./кг:

- для стали 14ХГ2САФД = 30 руб./кг [48], при $N_M = 345 \times 1,3 = 448,5$ кг.

Коэффициент потерь материала на отходы составляет 1,3 [40].

N_0 – норма возвратных отходов;

$$N_0 = N_M \times 0,3 = 345 \times 0,3 = 103,5 \text{ кг/ изд.},$$

C_0 – цена возвратных отходов, $C_0 = 20$ руб/кг (цену узнал в пункте сдачи металлолома т. 89505702559);

$$C_M = 1,04 \times (448,5 \times 30) - 103,5 \times 20 = 11923,2 \text{ руб/изд.}$$

Затраты на электродную проволоку определяем по формуле [38]:

$$C_{п.с.} = \sum_{d=1}^h G_d \times k_{nd} \times \psi_p \times C_{п.с.}, \text{ руб/изд.}, \quad (6.9)$$

где G_d – масса наплавленного металла электродной проволоки, кг: $G_d = 29,906$ кг – для проволоки Св-08Г2С-О (см. пункт 3.9);

k_{nd} – коэффициент, учитывающий расход сварочной проволоки (электрода) [14], $k_{п.с.} = 1,03$;

ψ_p – коэффициент потерь на разбрызгивание, зависящий от способа сварки [14], $\psi_p = 1,01 \dots 1,15$, принимаем $\psi_p = 1,1$;

$C_{п.с.} = 22,88$ – стоимость сварочной проволоки Св-08Г2С-О, руб/кг на 01.01.2023 [49];

$$C_{п.с.} = 29,906 \times 1,03 \times 1,1 \times 22,88 = 775,24 \text{ руб.}$$

6.2.2.2 Определение затрат на вспомогательные материалы

Затраты на защитную смесь газов определяем по формуле [38]:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{шк.г.}} \times C_{\text{газ}} \times t_c, \text{ руб./изд.}, \quad (6.10)$$

где $g_{\text{шк.г.}}$ – расход смеси, $g_{\text{з.г.}} = 13$ л/мин [40];

$C_{\text{г.з.}}$ – стоимость смеси, л., $C_{\text{г.з.}} = 0,17$ руб./л. [50];

t_c – время сварки в смеси газов, мин., $t_c = 320,53$ мин (см. пункт 3.8);

$$C_{\text{газ}} = 13 \times 0,17 \times 30,53 = 708,36 \text{ руб./изд.}$$

6.2.2.3 Определение затрат на заработную плату

Затраты на заработную плату производственных рабочих рассчитываем по формуле [38]:

$$C_z = (C_{\text{чи}} \times T_o \times K_{\text{доп}} \times K_{\text{сс}} \times K_{\text{рай.}}) / 60, \quad (6.11)$$

где $C_{\text{чи}}$ – часовая тарифная ставка на 01.01.2023, руб/ч., $C_{\text{чи}} = 74,85$ руб.;

T_o – время на изготовление одного изделия, мин. (см. пункт 3.8);

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий доплаты и премии к тарифной заработной плате, $K_{\text{доп}} = 1,2$ [38];

K_{cc} – страховые взносы соответственно в пенсионный фонд РФ, в фонд социального страхования, в фонд обязательного медицинского страхования (ОМС), в фонд страхования от несчастного случая –1,3 [38];

$K_{рай.}$ – районный коэффициент, $K_{рай.} = 1,3$ [38];

$$C_3 = (74,85 \times 693,16 \times 1,2 \times 1,3 \times 1,3) / 60 = 1753,65 \text{ руб/изд.}$$

6.2.2.4 Определение затрат на силовую электроэнергию

Расход технологической электроэнергии производим по формуле [25]:

$$W_{ТЭ} = \sum \left(\frac{U_c \times I_c \times t_c}{\eta_u} \right) + P_x \times \left(\frac{t_c}{K_u} - t_c \right), \quad (3.9)$$

где U_c, I_c – электрические параметры режима сварки;

t_c – основное время сварки шва (смотри пункт 3.8);

η_u – КПД источника сварочного тока;

η_n – КПД источника сварочного тока, $\eta_n = 0,93$ [33];

$\frac{t_c}{K_u}$ – общее время работы источника, зависящее от способа сварки и типа

производства (K_u можно выбрать по таблице 3.2.2 [25]).

Затраты на технологическую электроэнергию определим по формуле:

$$Z_{ТЭ} = W_{ТЭ} \times Ц_{Э.Э.}, \quad (3.10)$$

где $W_{ТЭ}$ – расход технологической электроэнергии, Вт;

$Ц_{Э.Э.}$ – цена 1 кВт×ч электроэнергии, $Ц_{Э.Э.} = 5,63$ руб/кВт×ч [41];

$$W_{ТЭ} = \frac{26 \times 260 \times 0,534}{0,93} + \frac{28 \times 280 \times 4,81}{0,93} + 0,4 \times \left(\frac{5,342}{0,7} - 5,342 \right) = 44415 \text{ Вт,}$$

$$З_{ГЭ}=44,415 \times 5,63 = 250,06 \text{ руб.}$$

6.2.2.5 Затраты на амортизацию и ремонт оборудования

Затраты на амортизацию и ремонт оборудования при заданном объеме производства определяются по формуле [26]:

$$C_3 = \sum_{i=q}^n \frac{\Pi_{oi} \times Oi \times \mu_{oi} \times ai \times r_i}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.11)$$

где a_i – норма амортизационных отчислений (на реновацию) для оборудования i -го типоразмера, $a_i = 0,15\%$ [26];

r_i – коэффициент затрат на ремонт оборудования, $r_i = 1,15 \dots 1,20$ [43];

$$C_3 = \frac{692918 \times 2 \times 0,768 \times 0,15\% \times 1,15}{500} = 2450,72 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Амортизация оборудования представлена в таблице 6.4.

Таблица 6.4 – Амортизация оборудования

Наименование оборудования		C_3 , руб/изд.
<i>LORCH S5</i>	2 шт.	2450,72

6.2.2.6 Затраты на амортизацию приспособлений

Затраты на амортизацию приспособлений определяются по формуле [38]:

$$C_u = \sum_{j=q}^m \frac{K_{прj} \times \Pi_j \times \mu_{nj} \times a_j}{N_r}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.12)$$

где a_j – норма амортизационных отчислений для оснастки j -го типоразмера, $a_j=0,15$ [38];

$$C_{u1} = \frac{33000 \times 1 \times 0,579 \times 0,15}{500} = 5,73 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u2} = \frac{43400 \times 2 \times 0,957 \times 0,15}{500} = 29,91 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_{u1} = \frac{856000 \times 1 \times 0,957 \times 0,15}{500} = 245,7 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}},$$

$$C_u = 5,73 + 29,91 + 245,7 = 276,35 \text{ руб./изд.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 6.5.

Таблица 6.5 – Затраты на амортизацию приспособлений

Наименование оборудования	Ц _{пр} , руб	П _ж , шт.	С _и , руб/изд.
Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ	33000	1	5,73
Держатель универсальный	43400	2	29,91
Кантователь двухстоечный серии ГРП- КД1-ПЦ 2000	856000	1	245,7
ИТОГО			276,35

6.2.2.7 Определение затрат на содержание помещения

В расходы на содержание и ремонт помещения входят амортизация, ремонт, отопление, освещение, уборка. Эти расходы составляют 8% балансовой стоимости помещения.

Определение затрат на содержание здания определяется по формуле [47]:

$$C_{\text{п}} = \frac{S \times k_{\text{сп}} \times \text{Ц}_{\text{ср.зд}}}{N_{\text{г}}}, \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}, \quad (6.13)$$

где S – площадь сварочного участка, м^2 , $S = 50,06 \text{ м}^2$ (см. чертеж ФЮРА.000002.136 ЛП);

$k_{\text{сп}}$ – коэффициент на содержание и ремонт помещения, $k_{\text{сп}} = 0,08$ [47].

$\text{Ц}_{\text{ср.зд}}$ – среднегодовые расходы на содержание 1 м^2 рабочей площади, руб./год. $\times\text{м}$, $\text{C}_{\text{ср.зд}} = 250 \text{ руб./год}\times\text{м}$.

$$C_{\text{п}} = \frac{50,06 \times 0,08 \times 250}{500} = 2 \frac{\text{руб.}}{\text{изд.}}$$

Результаты расчетов по определению технологической себестоимости сводятся в таблицу 6.6.

Таблица 6.6 – Технологическая себестоимость

№ п/п	Затраты	Сумма, руб.
1	Затраты на основной металл	11923,2
2	Затраты на сварочные материалы	
2.1	Затраты на сварочную проволоку	775,24
2.2	Затраты на защитный газ	708,36
3	Заработная плата	1753,65
4	Затраты на электроэнергию	250,06
5	Расходы на амортизацию и ремонт оборудования	2450,72
6	Расходы на амортизацию приспособлений	276,35
7	Затраты на содержание помещения	2
ИТОГО технологическая себестоимость:		18139,58

6.3 Расчет технико-экономической эффективности

Определим себестоимость продукции:

$$C_{\text{год}} = 500 \times (11923,2 + 775,24 + 708,36 + 1753,65 + 250,06 + 2450,72 + 276,35 + 2) =$$

$$= 9069789,39 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

Определим капитальные вложения:

$$K = 1063935 + 921151 + 56468 = 2041554 \text{ руб.}$$

Определим количество приведенных затрат:

$$C_{\text{прив}} = 9069789,39 + 0,15 \times 2041554 = 9376022,49 \text{ руб/изд.} \times \text{год.}$$

6.4 Основные технико-экономические показатели участка

Основные технико-экономические показатели участка представлены в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Основные технико-экономические показатели участка

№п/п	Параметр	Значение
1	Годовая производственная программа, шт.	500
2	Трудоёмкость изготовления одного изделия, час	11,55
3	Количество оборудования, шт.	2
4	Количество производственных (явочных) рабочих, чел	3
5	Количество вспомогательных рабочих	1
6	Количество административно-управленческого персонала, чел	1
7	Норма расхода материала, кг	448,5
8	Количество приведенных затрат, руб/изд. × год.	9376022,49
9	Себестоимость одного изделия, руб.	18139,58

Вывод. В ходе исследования финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения были определены цены на оборудование, приспособления, основные и вспомогательные материалы; рассчитаны капитальные вложения в сварочное оборудование, приспособления и помещение, так же затраты на основной металл, сварочную проволоку, защитный газ, зарплату рабочим, расходы на электроэнергию, амортизацию и ремонт оборудования и приспособлений, затраты на содержание помещений; в ходе чего мы получили следующие цифры:

- капитальные вложения 2041554 руб.;
- себестоимость продукции 9069789,39 руб/изд.×год.

В результате проведенных расчетов было определено количество приведенных затрат 9376022,49 руб/изд.×год.

7 Социальная ответственность

На участке производится сборка и сварка траверсы задней. При изготовлении траверсы задней осуществляются следующие операции: сборка и сварка механизированная в среде углекислого газа и аргона, слесарные операции.

При изготовлении траверсы задней на участке используется следующее оборудование:

- сварочный полуавтомат *LORCH S5* 2 шт.;
- Приспособление сборочно-сварочное 1 шт.;

ФЮРА.000001.168.00.000 СБ

- держатель универсальный 2 шт.;
- кантователь двухстоечный серии ГРП-КД1-ПЦ 2000 1 шт.

Перемещение изделия производят краном мостовым грузоподъемностью 5 т и кран-балкой 0,5 т.

Траверса задняя – является частью крепи механизированной. Крепь механизированная поддерживающе-оградительного типа, двухрядная (четырёхстоечная), может применяться в лавах с трудноуправляемыми и труднообрушаемыми кровлями.

Крепь предназначена для механизации крепления призабойного пространства, поддержания и управления кровлей способом полного обрушения, а также для передвижки забойного конвейера при ведении очистных работ на пологих и наклонных пластах, в шахтах опасных по газу и пыли. Масса траверсы задней составляет 345 кг.

В качестве материала этих деталей используют сталь марки 14ХГ2САФД. Сварка производится в смеси *Ar* (80 %) + *CO₂* (20 %) сварочной проволокой Св-08Г2С-О ГОСТ 2246-70 диаметром 1,2 мм.

Проектируемый участок находится на последнем пролете цеха, поэтому освещение осуществляется двумя окнами, расположенными в стене здания, а

также двенадцатью светильниками, расположенными непосредственно над участком. Стены цеха выполнены из железобетонных блоков, окрашены в светлые тона.

Завоз деталей в цех и вывоз готовой продукции осуществляется через ворота (2шт.) автомобильным транспортом, также через одни ворота проложено железнодорожное полотно, т.е. имеется возможность доставки и вывоза грузов железнодорожным транспортом. Вход в цех и выход из него осуществляется через две двери.

На случай пожара цех оснащен запасным выходом и системой противопожарной сигнализации. Все работы производятся на участке с площадью $S = 50,06 \text{ м}^2$.

7.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Для обеспечения условий, способствующих максимальной производительности труда, необходимо физиологическое обоснование требований к устройству оборудования, рабочего места, длительности периодов труда и отдыха и ряда других факторов, влияющих на работоспособность

При организации труда необходимо учитывать психологические особенности отдельных рабочих. Разрабатывать и внедрять мероприятия по созданию благоприятного психологического микроклимата в коллективе, высокой заинтересованности в труде и его результатах, так как при работе на участке рабочие испытывают нервно-психологические перегрузки, умственное перенапряжение, эмоциональные перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда и т.д.

Основным средством повышения производительности труда и снижения утомления является ритм труда и рациональный режим труда и отдыха.

Ритмичный труд позволяет рационально расходовать, нервную и мышечную энергию, поддерживать работоспособность. При правильном чередовании труда и отдыха работоспособность также повышается.

Важнейшим психофизиологическим средством повышения производительности является создание благоприятных отношений в коллективе, в чем велика роль руководителя. Устранение отрицательных эмоций предупреждает не только развитие утомления, но и появление нервных и сердечно-сосудистых заболеваний.

С целью ограничения вредного влияния психофизиологических факторов производственной опасности можно рекомендовать проведение следующих мероприятий:

- установление рационального режима труда и отдыха;
- организация отдыха в процессе работы;
- соблюдение предельно допустимых норм деятельности;
- установление переменной нагрузки в соответствии с динамикой работоспособности;
- чередование различных рабочих операций или форм деятельности в течение рабочего дня;
- рациональное распределение функций между человеком и техническими устройствами;
- соответствие психофизиологических качеств человека характеру и сложности выполняемых работ; это соответствие достигается путем профессионального отбора, обучения и тренировок технологов-сварщиков.

7.1.1 Законодательные и нормативные документы

Формализация всех производственных процессов и их подробное описание в регламентах, разнообразных правилах и инструкциях по охране труда позволяет создать максимально безопасные условия работы для всех

сотрудников организации. Проведение инструктажей и постоянный тщательный контроль за соблюдением требований охраны труда – это гарантия значительного уменьшения вероятности возникновения аварийных ситуаций, заболеваний, связанных с профдеятельностью человека, травм на производстве.

Именно инструкции считаются основным нормативным актом, определяющим и описывающим требования безопасности при выполнении должностных обязанностей служащими и рабочими. Такие документы разрабатываются на базе:

- положений «Стандартов безопасности труда»;
- законов о труде РФ;
- технологической документации;
- норм и правил отраслевой производственной санитарии и безопасности труда;
- типовых инструкций по ОТ;
- пунктов ЕСТД («Единая система техдокументации»);
- рекомендаций по эксплуатации и паспортов различных видов агрегатов и оборудования, используемого в организации (при этом следует принимать во внимание статистические данные по производственному травматизму и конкретные условия работы на предприятии).

Основы законодательства Российской Федерации об охране труда обеспечивают единый порядок регулирования отношений в области охраны труда между работодателями и работниками на предприятиях, в учреждениях и организациях всех форм собственности независимо от сферы хозяйственной деятельности и ведомственной подчиненности. Основы законодательства устанавливают гарантии осуществления права на охрану труда и направлены на создание условий труда, отвечающих требованиям сохранения жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности и в связи с ней.

Среди законодательных актов по охране труда основное значение имеет Конституция РФ, Трудовой Кодекс РФ, устанавливающий основные правовые

гарантии в части обеспечения охраны труда, а также Федеральный закон от 21.12.1994 № 69-ФЗ «О пожарной безопасности», Федеральный закон от 24.07.1998 № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». Из подзаконных актов отметим постановления Правительства РФ: «О государственной экспертизе условий труда» от 25.04.2003 № 244, «О государственном надзоре и контроле за соблюдением законодательства РФ о труде и охране труда» от 09.09.1999 № 1035 (ред. от 28.07.2005).

К нормативным документам относятся:

1. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования. М.: Изд. стандартов, 1989.
2. ГОСТ 12.1.030-81. ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. М.: Изд. стандартов, 1982.
3. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования. М.: Изд. стандартов, 1990.
4. ГОСТ 12.1.046-78. ССБТ. Методы и средства вибрационной защиты. Классификация. М.: Изд. стандартов, 1990.
5. ГОСТ 12.1.003-83. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд. стандартов, 1984.
6. Правила устройства электроустановок. М.: Энергоатомиздат, 1998.
7. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. М.: Энергоатомиздат, 1994.
8. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
9. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.566-96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. М.: Информ.-издат. центр Минздрава России, 1997.
10. Санитарные правила и нормы СанПиН 2.2.4.548096.

Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. 1996.

7.2 Производственная безопасность

7.2.1 Анализ выявленных вредных факторов проектируемой производственной среды

При выполнении сварки на работников участка могут воздействовать вредные и опасные производственные факторы: повышенная запылённость и загазованность воздуха рабочей зоны; ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла; производственный шум; статическая нагрузка на руку; электрический ток.

1. Запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны.

При данном процессе сварки в воздух рабочей зоны выделяется до 180 мг/м^3 пыли с содержанием в ней марганца до 13,7 процентов (ПДК 0,1-0,2 мг/м^3), а также CO_2 до $0,5 \div 0,6\%$; CO до 160 мг/м^3 ; окислов азота до $8,0 \text{ мг/м}^3$; озона до $0,36 \text{ мг/м}^3$ (ПДК $0,1 \text{ мг/м}^3$); оксидов железа $7,48 \text{ г/кг}$ расходуемого материала; оксида хрома $0,02 \text{ г/кг}$ расходуемого материала (ПДК 1 мг/м^3) [51, 52].

Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – более 90% частиц, скорость витания частиц $< 0,1 \text{ м/с}$.

Автотранспорт, который используется для перевозки готовых изделий, выбрасывает в атмосферу цеха опасные для здоровья рабочих вещества, к ним относятся: свинец, угарный газ, бенз(а)пирен, летучие углеводороды.

Характер воздействия пыли на организм человека зависит от ее химического состава, который определяет биологическую активность пыли. По этому признаку пыль подразделяют на пыль раздражающего действия и

токсическую. Попадая в организм человека, частицы такой пыли взаимодействуют с кровью и тканевой жидкостью, и в результате протекания химических реакций образуют ядовитые вещества.

Отдельные виды пыли могут растворяться в воде и биологических жидких средах: крови, лимфе, желудочном соке, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия.

Медико-биологические исследования показали непосредственную связь между количеством, концентрацией, химическим составом пыли в рабочей зоне и возникающими профессиональными заболеваниями работников транспорта. Продолжительное действие пыли на органы дыхания может привести к профессиональному заболеванию – пневмокониозу. Пневмокониоз характеризуется разрастанием соединительной ткани в дыхательных путях.

Наряду с пневмокониозом, наиболее частым заболеванием, вызываемым действием пыли, является бронхит. В бронхах скапливается мокрота, и болезнь хронически прогрессирует.

Пыль, попадающая на слизистые оболочки глаз, вызывает их раздражение, конъюнктивит. Оседая на коже, пыль забивает кожные поры, препятствуя терморегуляции организма, и может привести к дерматитам, экземам. Некоторые виды токсической пыли (известки, соды, мышьяка, карбида кальция) при попадании на кожу вызывают химические раздражения и даже ожоги [52].

На участке сборки и сварки траверсы задней здания применяем общеобменную приточно-вытяжную вентиляцию.

Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха.

В холодный и переходный периоды года, при категории работ *IIб* – работы средней тяжести, оптимальные параметры, следующие: температура от плюс 17 до минус 19°C; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,3 м/с. В тёплый период года: температура 20÷22° С; относительная влажность 60÷40 %; скорость движения воздуха 0,4 м/с.

Каждое рабочее место также оборудуется вытяжным отсосом-зонтом, открытой конструкцией, всасывающее отверстие которой приближено к источнику выделений. Средняя скорость поступающего воздуха в проеме составляет 0,3÷3 метров в секунду [53].

Определим количество воздуха для организации местной вентиляции по формуле [54]:

$$L_m = S \times V_{\text{эф}}, \text{ м}^3 \times \text{ч}, \quad (7.1)$$

где S – площадь, через которую поступает воздух, м^2 ;

$V_{\text{эф}}$ – скорость воздуха в проеме, при которой происходит эффективное удаление вредностей, согласно ГОСТ 12.3.003-86 $V_{\text{эф}} = 0,2 \text{ м} \times \text{с}^{-1}$.

Найдем площадь, через которую поступает воздух по формуле:

$$S = A \times B \times n,$$

где A и B – ширина и длина зонта, расчеты этих параметров произведем согласно методичке [52];

n – количество зонтов.

Определим количество конвективного тепла, выделяемого источником [55]:

$$Q = 1,5 \times \sqrt{t_u + t_v}, \quad (7.2)$$

где t_u и t_v – температура поверхности источника и воздуха, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 1,5 \times \sqrt{350 + 15} = 28,7 \text{ Вт}.$$

Максимальное расстояние от кромки зонта до источника тепловыделений определяется по формуле:

$$H = 1,5 \times \sqrt{F} = 1,5 \times \sqrt{1,62 \times 1,68} = 2,47 \text{ м.} \quad (7.3)$$

Найдем размеры вытяжного зонга:

$$A = a + 0,8 \times H = 1,62 + 0,8 \times 2,47 = 3,6 \text{ м,} \quad (7.4)$$

$$B = b + 0,8 \times H = 1,68 + 0,8 \times 2,47 = 3,66 \text{ м,} \quad (7.5)$$

$$S = 3,6 \times 3,66 \times 2 = 26,35 \text{ м}^2.$$

$$L_M = 26,35 \times 0,2 = 5,27 \text{ м}^3 \times \text{с,}$$

Из расчета видно, что объём воздуха, удаляемый от местных отсосов, составляет $L_M = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч.}$

В результате проведенных расчетов выбираем вентилятор радиальный ВРП-110-49-5 с двигателем АИР180S 2,2 кВт 2920 об/мин.

Кинематическая схема вентиляции представлена на рисунке 7.1.

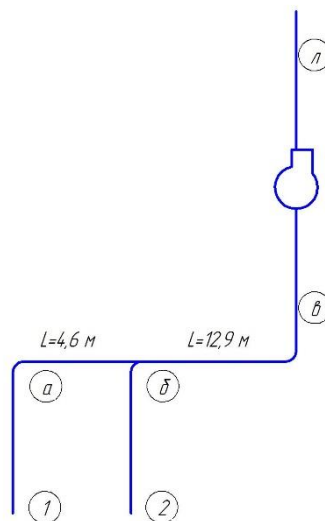


Рисунок 7.1 – Кинематическая схема вентиляции

Рассчитаем диаметр воздуховодов.

Сначала рассчитаем расход воздуха для первой ветви:

$$L_{M1} = 18970 \times 2/2 = 18970 \text{ м}^3 \times \text{ч.}$$

Определим диаметр воздуховода по формуле для первой ветви [55]:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм,} \quad (7.6)$$

Определим диаметр общего воздуховода для:

$$D = 1,13 \times \left(\frac{L}{v} \right)^{1/2} = 1,13 \times \left(\frac{18970}{0,2} \right)^{1/2} = 348 \text{ мм.}$$

2. Производственный шум.

Источниками шума при производстве сварных конструкций являются:

- сварочный полуавтомат *LORCH S5*;
- кантователь двухстоечный серии ГРП-КД1-ПЦ 2000;
- вентиляция;
- сварочная дуга;
- слесарный инструмент: молоток ($m = 2$ кг) ГОСТ 2310-77, шабер,

машинка ручная шлифовальная пневматическая ИП 2002 ГОСТ 12364-80, молоток рубильный МР-22.

Шум возникает также при кантовке изделия с помощью подъемно – транспортных устройств (кран мостовой и кран-балка) и при подгонке деталей по месту с помощью кувалды и молотка.

Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности приведены в таблице 7.1 [56].

Таблица 7.1 – Предельно допустимые уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах для трудовой деятельности разных категорий тяжести и напряженности в дБА

Категория напряженности трудового процесса	Категория тяжести трудового процесса				
	Легкая физическая нагрузка	Средняя физическая нагрузка	тяжелый труд 1 степени	тяжелый труд 2 степени	тяжелый труд 3 степени
Напряженность легкой степени	80	80	75	75	75
Напряженность средней степени	70	70	65	65	65
Напряженный труд 1 степени	60	60	-	-	-
Напряженный труд 2 степени	50	50	-	-	-

Шум неблагоприятно воздействует на работающего: ослабляет внимание, увеличивает расход энергии при одинаковой физической нагрузке, замедляет скорость психических реакций, в результате снижается производительность труда и ухудшается качество работы [56].

Мероприятия по борьбе с шумом.

Для снижения шума, создаваемого оборудованием, это оборудование следует помещать в звукоизолирующие ограждения изготовленные из пемзобетонной панели. Вентиляционное оборудование следует устанавливать на виброизолирующие пружинные основания, а вентиляторы следует устанавливать в отдельные звукоизолирующие помещения.

Для защиты органов слуха от шума рекомендуется использовать противозумовые наушники по ГОСТ Р 12.4.210-99.

3. Статическая нагрузка на руку.

При сварке в основном имеет место статическая нагрузка на руки, в результате чего могут возникнуть заболевания нервно-мышечного аппарата плечевого пояса. Сварочные работы относятся к категории физических работ средней тяжести с энергозатратами $172 \div 293$ Дж/с ($150 \div 250$ ккал/ч) [52].

Нагрузку создает необходимость держать в течение длительного времени в руках горелку сварочную (весом от 3 до 6 кг) при проведении сварочных работ, необходимость придержать детали при установке и прихватке и т. п. Для снижения нагрузки следует применять сборочные приспособления [57].

7.2.2 Обеспечение требуемого освещения на участке

Для освещения используем газораспределительные лампы, имеющие высокую светоотдачу, продолжительный срок службы, спектр излучения люминесцентных ламп близок к спектру естественного света. Лампы устанавливают в светильник, осветительная арматура которого должна обеспечивать крепление лампы, присоединение к ней электропитания, предохранения её от загрязнения и механического повреждения. Подвеска светильников должна быть жёсткой.

Система общего освещения сборочно-сварочного участка должна состоять из 12 светильников типа С 3-4 с ртутными лампами ДРЛ мощностью 250 Вт, построенных в 3 ряда по 4 светильника.

7.2.3 Анализ выявленных опасных факторов проектируемой производённой среды

1. Ультрафиолетовое, видимое и инфракрасное излучение сварочной дуги, а также инфракрасное излучение сварочной ванны и свариваемого металла.

В производственной обстановке рабочие, находясь вблизи расплавленного или нагретого металла, горячих поверхностей подвергаются воздействию теплоты, излучаемой этими источниками. Лучистый поток теплоты, кроме непосредственного воздействия на рабочих, нагревает пол, стены, оборудование, в результате чего температура внутри помещения повышается, что ухудшает условия работы.

Горение сварочной дуги сопровождается излучением видимых ослепительно ярких световых лучей и невидимых ультрафиолетовых и инфракрасных лучей. Видимые лучи ослепляют, так как яркость их превышает физиологическую переносимую дозу. Короткие ультрафиолетовые лучи даже при кратковременном воздействии могут вызвать электроофтальмию. Инфракрасные лучи главным образом обладают тепловым эффектом, их интенсивность зависит от мощности дуги.

Тепловая радиация на рабочем месте может в целом составлять 0,5-6 кал/см²×мин [58].

2. Защита от сварочных излучений.

Для защиты глаз и лица сварщиков используются специальные щитки и маски. Для защиты глаз от ослепляющей видимой части спектра излучения, ультрафиолетовых и инфракрасных лучей в очках и масках должны применяться защитные светофильтры. Марка светофильтра выбирается в зависимости от силы сварочного тока. В нашем случае применим стекла серии ЭЗ (200-400 А).

Маска из фибры защищает лицо, шею от брызг расплавленного металла и вредных излучений сварочной дуги.

Спецодежда по ГОСТ 12.4.250-2013 – костюм и брюки, а также рукавицы, изготавливаются из брезента и служат для защиты тела и рук от брызг сварки, и теплового излучения.

Для защиты ног сварщиков используют специальные ботинки, исключающие попадание искр и капель расплавленного металла. Перечень средств индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке приведен в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Средства индивидуальной защиты, имеющиеся на проектируемом участке

Наименование средств индивидуальной защиты	Документ, регламентирующий требования к средствам индивидуальной защиты
Костюм брезентовый для сварщика	ТУ 17-08-327-91
Ботинки кожаные	ГОСТ 27507-90
Рукавицы брезентовые (краги)	ГОСТ 12.4.010-75
Перчатки диэлектрические	ТУ 38-106359-79
Щиток защитный для э/сварщика НН-ПС 70241	ГОСТ 12.4.035-78
Куртка х/б на утепляющей прокладке	ГОСТ 29.335-92

Для защиты рук от брызг и лучистой энергии применяют брезентовые рукавицы.

Во избежание затекания раскаленных брызг костюмы должны иметь гладкий покррой, а брюки необходимо носить навыпуск.

Для защиты окружающих рабочих применяются ширмы.

3. Электрический ток.

На данном участке используется различное сварочное оборудование. Его работа осуществляется при подключении к сети переменного тока с напряжением 380 В.

Общие требования безопасности к производственному оборудованию предусмотрены ГОСТ 12.2.003-81. В них определены требования к основным элементам конструкций, органам управления и средствам защиты, входящим в конструкцию производственного оборудования любого вида и назначения.

4. Электробезопасность.

На участке сборки и сварки применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы (4 шт.) длиной 2,5 м. и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства должно быть не более 4 Ом.

На участке используется контурное заземление – по периметру площади размещают оценочные заземлители.

Для связи вертикальных заземлителей используют полосовую сталь сечением 4x12 миллиметров.

7.2.4 Разработка методов защиты от вредных и опасных факторов

Для защиты тела применяются огнестойкая спецодежда (костюмы брезентовые или хлопчатобумажные с огнестойкой пропиткой).

Защита от движущихся механизмов.

Для защиты работающих от движущихся механизмов предусмотрено следующее:

- проходы: между оборудованием, движущимися механизмами и перемещаемыми деталями, а также между постами – не менее 1 м; между автоматическими сварочными постами – не менее 2 м.;
- свободная площадь на один сварочный пост – не менее 3 м.;

- при эксплуатации подъёмно-транспортных устройств ограждение всех движущихся и вращающихся частей механизмов;
- правильная фиксация частей траверсы задней на приспособлениях, а также контроль за правильностью строповки;
- контроль за своевременностью аттестации оснастки, грузоподъемных средств и стропов.

Для поддержания необходимой температуры применяется центральное отопление.

7.3 Экологическая безопасность

1. Защита селитебной зоны.

Распределение территорий осуществляется на основании генеральных планов, на которых указаны участки расселения, использования природного компонента, а также учитываются территориальные возможности производительных сил. Весь комплекс планирования, определения зон, застройки и т. д. необходим, чтобы городские и сельские поселения были максимально удобными, грамотно распланированными, отвечающими требованиям безопасного проживания, а также имели способность развивать инфраструктуру на территории. В СНиП 2.07.01-89:2 дается определение «селитебная зона», определяются правила, требования, регламентируется последовательность действий для создания городских и сельских поселений, а также указываются данные для проведения расчетов [59].

Промышленные объекты являются основным источником загрязнения окружающей среды. Поэтому следует учитывать, при создании селитебной зоны, направление ветра, которое наиболее вероятно в этой местности. Так же селитебная зона должна быть отгорожена от промышленных предприятий зелеными насаждениями.

2. Охрана воздушного бассейна.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных примесей из загрязнённого воздуха. Установка для улавливания аэрозолей и пыли предусмотрена в системе вентиляции. Для этого на участке сборки и сварки траверсы задней ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ используют масляные фильтры для очистки воздуха от пыли по ГОСТ Р 51251-99. Пыль, проходя через лабиринт отверстий (вместе с воздухом), образуемых кольцами или сетками, задерживается на их смоченной масляным раствором поверхности. По мере загрязнения фильтра кольца и сетки промывают в содовом растворе, а затем покрывают масляной плёнкой. Эффективность фильтров данного типа составляет 95-98 процентов.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30 процентов вредных веществ для рабочей зоны [59].

3. Охрана водного бассейна

Охрана водного бассейна заключается в очистке стоков машиностроительного предприятия, для этого применяют механические методы, химические и физико-химические методы, а также комбинированные. Выбор того или иного метода зависит от концентрации взвешенного вещества, степени дисперсности его частиц и требований, предъявляемых к очищенной воде.

4. Охрана почв и утилизация промышленных отходов.

На проектируемом участке сборки и сварки траверсы задней предусмотрены емкости для складирования металлических отходов (обрезки сварочной проволоки, бракованные изделия), а также емкости для мусора. Все металлические отходы транспортируются в металлургический цех, где они перерабатываются, а весь мусор вывозится за территорию предприятия в специально отведенные места и уничтожается [59].

7.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

В настоящее время существует два основных направления ликвидации вероятности возникновения и последствий ЧС на промышленных объектах.

Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятий, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала современных технических систем. Второе направление заключается в подготовке объекта, обслуживающего персонала, служб ГО и населения к действиям в условиях ЧС.

На участке возможно возникновение пожара. Поэтому разработанный участок оборудован специальными средствами пожаротушения:

- пожарными водопроводными кранами (нельзя тушить электроустановки под напряжением, карбида кальция и т.д.) – 2 шт.;
- огнетушитель ОХП-10 (для тушения начинающегося пожара твёрдых горючих материалов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей) – 2 шт.;
- огнетушитель углекислотный ОУ-5 (для тушения горючих жидкостей, электроустановок и т.д.) – 2 шт.;
- ящик с сухим и чистым песком (для тушения различных видов возгорания).

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе в целях интенсификации производства, повышения качества изготавливаемой продукции, снижения себестоимости ее изготовления разработан механизированный участок сборки сварки траверсы задней.

Для сборки-сварки траверсы задней применено приспособление сборочно-сварочное и универсальный держатель установленный на сварочный кантователь, рассчитаны режимы сварки, разработан технологический процесс.

Кроме того, в данной работе приведено обоснование выбора способа сварки, сварочных материалов и оборудования, произведён расчёт элементов приспособлений.

Разработаны мероприятия по безопасности жизнедеятельности, охране труда и совершенствованию организации труда. Посчитана экономическая составляющая предлагаемого технологического процесса.

Годовая производственная программа составляет 500 изделий.

Площадь спроектированного участка – 50,06 м²;

Средний коэффициент загрузки оборудования – 76,77 %.

Количество приведенных затрат – 9376022,49 руб./изд. × год.

Библиография

1. Б.А. Александров, Л.Ф. Кожухов, Ю.А. Ашонов, А.А. Хорешок, А. М. Цехин, С. Г. Показаньев / Горные машины и оборудование подземных разработок: учеб. пособие для курсового и дипломного проектирования / Б. А. Александров [и др.]; ГУ КузГТУ. - Кемерово, 2006. - 114 с. ISBN 5-89070-515-6
2. РАЗНОВИДНОСТИ ГОРНО-ШАХТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ *URL:* <https://mtools.ru/stati/raznovidnosti-gorno-shahtnogo-oborudovaniya/> (дата обращения: 17.02.2023)
3. Туричин Г.А., Цибульский И.А, Валдайцева Е.А., Лопота А.В. Гибридная лазерно-дуговая сварка металлов больших толщин // Сварка и диагностика – 2009 – №3 – С. 16-23 – ISSN: 2071-5234.
4. *Porosity formation mechanism and its prevention in laser welding / A. Matsunawa, M. Mizutani, S. Katayama, N. Seto // Welding International. 2003. № 17(6). 431 – 437.*
5. *Theoretical description of the dynamic phenomena in laser welding with deep penetration / V. Lopota, G. Turichin, I. Tzibulsky et al. // Bellingham. Wash.: SPIE, 1999. P. 98 – 107.*
6. *Forsman T., Powell J., Magnusson C. Process instability in laser welding of aluminum alloys at the boundary of complete penetration // Journal of Laser Applications. 2001. Vol. 13. № 5. P. 193 – 198.*
7. *Bashenko V. V., Mitkevich E. A., Lopota V. A. Peculiarities of heat and mass transfer in welding using high energy density power sources // 3-d Int. Coll. on EBW. Lion. 1983. P. 61 – 70.*
8. Лопота В. А., Смирнов В. С. Структура материала и его параметры в зоне действия луча при лазерной сварке с глубоким проплавлением // ФиХОМ. 1989. № 2. С. 104 – 115.

9. *Dynamics of keyhole and molten pool in laser welding* / A. Matsunawa, J.-D. Kim, N. Seto et al. // *Journal of Laser Applications*. 1998. Vol. 10. № 6. P. 247 – 254.

10. Новокрещенов В.В., Родякина Р.В., Каримбеков М.А. Физико-технологические особенности формирования сварных соединений большой толщины при электронно-лучевой сварке // *Машиностроение: Сетевой электронный научный журнал* – 2017 – Том: 5 – №2 – С. 62-67.

11. Быковский О.Г. Сварочное дело: учебное пособие / О.Г. Быковский. В.А. Фролов, Г.А. Краснова. – Москва: КНОРУС, 2021. – 272 с. – (Среднее профессиональное образование). ISBN 978-5-406-02856-8

12. Дуговая сварка под флюсом: что это такое, преимущества URL: <https://dzen.ru/a/XZmc7uiCwwCy96Mw> (дата обращения 26.03.2023)

13. Е.А. Зернин М.А. Крампит. Теория сварочных процессов: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства». Юрга: ИПЛ ЮТИ ТПУ, 2016. – 29 с.

14. *SpeedArc*: Сварка толстолистового металла в узкую разделку. URL: <https://www.shtorm-its.ru/info/articles/speed-arc-cvarka-tolstolistovogo-metalla-v-uzkuyu-razdelku/> (дата обращения 18.02.2023)

15. *Waveform analysis for MIG / GMAW "Lincoln RapidArc" on steel*. URL: http://www.weldsmith.co.uk/dropbox/cranu/110523_waveforms_GMAW_steel/waveforms_GMAW-P_RapidArc.html (дата обращения 18.02.2023).

16. Крампит А.Г. Зернин Е.А., Крампит М.А / Современные способы импульсно-дуговой MIG/MAG сварки // *Технологии и материалы* – 2015 – №4 – С. 4-10

17. Крепь механизированная МКЮ.4У-10/20 МКЮ.4У.00.00.000-12. Руководство по эксплуатации МКЮ.4У.00.00.000-12 РЭ. ООО «Юргинский машзавод» 2011 – 106 с.

18. ОСТ 12.44.107-79 Изделия угольного машиностроения. Общие технические требования к изготовлению.

19. ОСТ 36-58-81 «Конструкции строительные. Сварка. Основные требования».

20 Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Требования к производству сварочных работ на опасных производственных объектах».

21. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.

22. СТО 9701105632-003-2021. Инструкция по визуальному и измерительному контролю

23. ГОСТ Р ИСО 17637-2014 «Контроль неразрушающий. Визуальный контроль соединений, выполненных сваркой плавлением»

24. Сталь 14ХГ2САФД URL: <https://resursmsk.ru/14hg2safd> (дата обращения: 26.03.2023)

25. Васильев В.И., Ильященко Д.П. Разработка этапов технологии при дуговой сварке плавлением – Издательство ТПУ, 2008г. – 96 с.

26. Гривняк И. Свариваемость сталей: Пер. со словац. Л.С. Гончаренко; под ред. Э.Л. Макарова. – М.: Машиностроение, 1984. – 216 с., ил.

27. Хромченко Ф. А., Справочное пособие электросварщика. – 2-е изд., испр. – М: Машиностроение, 2005. – 416 с.; ил. ISBN 5-217-03304-5

28. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. технические условия.

29. СВ-08Г2С URL: <https://www.esab.ru/ru/ru/products/filler-metals/mig-mag-wires-gmaw/mild-steel-wires/sv-08g2s.cfm> (дата обращения: 26.03.2023)

30. Сварка и сварщик URL: <https://welding.com/svarochnye-smesi-byvayut-argona-uglekislogo-gaza> (дата обращения: 26.03.2023)

31. Контроль и регулировка импульсной сварочной дуги с *LORCH XT*: самый высокий уровень сварки URL: <https://www.ecosvar.com/novosti/857-lorch-xt-news> (дата обращения: 26.03.2023)

32. Быковский О.Г., Петренко В.Р., Пешков В.В. Справочник сварщика. М.: Машиностроение, 2011. – 336 с.; ил.

33. Импульсный сварочный полуавтомат *LORCH S5 SpeedPulse XT* URL: <https://www.ecosvar.com/produkcija/svarochnye-poluavtomaty-mig-mag/%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D1%81%D0%B2%D0%B0%D1%80%D0%BE%D1%87%D0%BD%D1%8B%D0%B9-%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%83%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82-lorch-s5-speedpulse-xt-kupit> (дата обращения: 26.03.2023)

34. Кантователь двухстоечный серии ГРП-КД1 URL: <https://group17.ru/kantovateli/dvuhstoechnye/grp-kd-1.html> (дата обращения: 26.03.2023)

35 Крюков А.В. Производство сварных конструкций: методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Производство сварных конструкций» для студентов направления 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства» / А.В. Крюков; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2022. – 16 с.

36. Маслов Б.Г. Неразрушающий контроль сварных соединений и изделий в машиностроении: Учеб. пос. для вузов. – М.: Академия, 2008. – 272 с ISBN 978-5-7695-4275-6

37. Ильяшенко Д.П. Сварочное производство. Неразрушающий контроль: учебно-методическое пособие / Д.П. Ильященко. М.А. Кузнецов. А.А. Ермаков; Юргинский технологический институт. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2022. – 109 с. ISBN 978-5-4387-1066-0

38. Организация и планирование производства. Основы менеджмента: метод. указ. к выполн. курс. работы. для студентов спец. 120500«Оборудование и технология сварочного производства».-Томск: Изд. ЮФТПУ. – 2000. – С.24 с.

39. Общемашиностроительные укрупнённые нормативы времени на дуговую сварку в среде защитных газов.

40. Решетов Д.Н. Детали машин: Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. – 4-ое издание, переработанное и дополненное. Москва, "Машиностроение", 1989 – 496 с.

41. АО «КУЗБАССЭНЕРГО» URL: <https://sibgenco.ru/companies/oao-kuzbassenergo/> дата обращения: 27.03.2023)

42. Крампит Н.Ю. Сварочные приспособления. Учебное пособие для ст. спец. 120500, ИПЛ ЮТИ ТПУ-2004.

43. Хайдарова А.А. Сборочно-сварочные приспособления. Этапы конструирования: учебное пособие / Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2013. – 132 с.

44. ГОСТ Р 2.601-2019 «Единая система конструкторской документации. Эксплуатационные документы».

45. Крампит Н.Ю. Проектирование сварочных цехов: Методические указания. Ю.: Изд-во ИПЛ ЮТИ ТПУ. – 2005. – 40 с.

46. Сварочный полуавтомат *Lorch S5 SpeedPulseXT* URL: <https://nsk.svarka-ufa.com/products/svarochnyy-poluavtomat-lorch-s5--speedpulsext> (дата обращения: 30.04.2023)

47. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов 151001 «Машиностроение», - ЮТИ ТПУ, 2020. – 24 с.

48. Лист стальной 14ХГ2САФД URL: https://nsk.pulscen.ru/products/list_stalnoy_14khg2safd_157307622 (дата обращения: 30.04.2023)

49. Проволока сварочная от 0,3 до 12 мм по ГОСТ 2246-70 08Г2С, 06Х19Н9Т URL: https://kemerovo.pulscen.ru/products/provoloka_svarochnaya_ot_0_3_do_12_mm

[_po_gostu_2246_70_08g2s_06kh19n9t_08_44874677](#) (дата обращения: 30.04.2023)

50. Газовая смесь аргон-углекислота (75-80% Ar, 25-20% CO₂) 40 л URL: https://www.promgaznovosib.ru/goods/149684719-gazovaya_smes_argon_uglekislota_75_80_ar_25_20_so2_40_1 (дата обращения: 30.04.2023)

51. ГОСТ 12.0.0030-74 «ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с изменениями по И-Л-Х1-91)»

52. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

53. Запыленность и загазованность воздуха в рабочих зонах URL: <http://www.ecolosorse.ru/ecologs-281-1.html> (дата обращения: 09.05.2023)

54. Русак О.Н., доктор технических наук, профессор. Промышленная вентиляция Учебное пособие по лабораторным, практическим и дипломным работам бакалавров и магистерским диссертациям. Санкт-Петербург 2011.

55. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. "Расчеты комфорта и безопасности". – Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2012. – 96 с.

56. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

57. Кукин П.П., Лапин В.Л., Подгорных Е.А. и др. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (Охрана труда). Учеб. пособие для вузов / М.: Высшая школа, 2004. – 298 с.

58. Брауде М.З. "Охрана труда при сварке в машиностроении"/ М.: Машиностроение, 1978. – 141 с.

59. Селитебные зоны – это что? Селитебная территория URL: <http://fb.ru/article/288464/selitebnyie-zonyi---eto-chto-selitebnaya-territoriya> (дата обращения: 30.04.2023)

Приложение А

(обязательное)

Спецификация Траверса задняя.

Формат Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Перв. примен.			<i>Документация</i>		
	A1	ФЮРА.0000.4У.168.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
Справ. №			<i>Сборочные единицы</i>		
	1	ФЮРА.0000.4У.168.00.010	Скоба грузовая	2	
Подп. и дата			<i>Детали</i>		
	2	ФЮРА.0000.4У.168.00.001	Боковина	4	
Инв. № эдгдл.	3	ФЮРА.0000.4У.168.00.002	Лист	4	
	4	ФЮРА.0000.4У.168.00.003	Ребро	1	
Взам. инв. №	5	ФЮРА.0000.4У.168.00.004	Накладка	4	
	6	ФЮРА.0000.4У.168.00.005	Скоба	1	
Подп. и дата	7	-01	Скоба	1	
	8	ФЮРА.0000.4У.168.00.006	Бирка	1	
		ФЮРА.0000.4У.168.00.000			
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Павлюк			
	Пров.	Крюков			
	Н.контр.	Крюков			
	Чтв.				
			Траверса задняя		
			Лит.	Лист	Листов
			1	1	1
			ЮТИ ТПУ зр. 3-10А81		
			Формат А4		

Копирован

Приложение Б

(Обязательное)

Спецификация Приспособление сборочно-сварочное.

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ФЮРА.0000001.168.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
		1	ФЮРА.0000001.168.00.001	Упор	8	
<i>Материалы</i>						
		2		Швеллер 6.5П ГОСТ 8240-97 Ст3 ГОСТ 535-88	8	L = 0,13 м.
		3		Швеллер 6.5П ГОСТ 8240-97 Ст3 ГОСТ 535-88	2	L = 0,87 м.
		4		Швеллер 6.5П ГОСТ 8240-97 Ст3 ГОСТ 535-88	2	L = 0,984 м.
		5		Швеллер 6.5П ГОСТ 8240-97 Ст3 ГОСТ 535-88	2	L = 1,034 м.
ФЮРА.0000001.168.00.000						
Изм. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разраб.	Павлюк				Лит.
	Пров.	Крюков				Лист
	Н.контр.	Крюков				Листов
	Утв.					4 1
Приспособление сборочно-сварочное					ЮТИ ТПУ гр. 3-10А81	
Копировал					Формат А4	

Приложение В
(обязательное)
Технологический процесс

ГОСТ 3.1105-84 Форма 2

<i>Дцбл</i>							
<i>Взам.</i>							
<i>Подл.</i>							
				19	1		
				<i>ФЮРА.00000.4У.168.00.000</i>			
				<i>Траверса задняя</i>			
<p>КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ</p> <p>на технологический процесс</p> <p>сборки-сварки</p>							
				<i>Разработал Павлюк Д.А.</i>			
				<i>Проверил Крюков А.В.</i>			
				<i>Н. контр. Крюков А.В.</i>			
				<i>Рецензент</i>			
<i>Акт</i> _____							
<i>Т/Л</i>	<i>Титульный лист</i>					1	

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)
Технологический процесс

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.			
А01																				
002	<i>Требования безопасности</i>																			
03	<i>1. При работе соблюдать требования инструкции:</i>																			
А04	<i>РД 153-34.0-03.299/1-2001 - для слесарей механо-сборочных работ;</i>																			
Б05	<i>ПОТ №110н - для эл. сварщиков;</i>																			
06	<i>ПОТ №336н - для стропалей;</i>																			
07	<i>ТОИ Р-32-ЦВ-805-01 - для контролеров;</i>																			
08	<i>ПОТ №552н - для лиц, работающих с инструментом создающим вибрацию;</i>																			
09	<i>ПОТ №533 - для лиц, работающих с кран-балками;</i>																			
010	<i>2. При прихватке пользоваться очками защитными со светофильтрами</i>																			
011	<i>3. При одновременной работе нескольких сварщиков на одной сборке или кабине, применять</i>																			
012	<i>переносные защитные ширмы.</i>																			
Т13	<i>4. При массе деталей, сборки более 16 кг. применять эл. мостовой кран или кран-балку</i>																			
Т14	<i>грузоподъемностью, соответствующей весу сборки, и соответствующие стропа.</i>																			
Т15	<i>5. Контроль первой сборки выполняется мастерам.</i>																			
16																				
МК	Маршрутная карта																			2

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
										<i>Траверса задняя</i>										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначения документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.					
А01																				
002	<i>Технические требования</i>																			
03	<i>1. Дет. и сварочная проволока должны быть очищены от грязи, ржавчины, масла и влаги.</i>																			
А04	<i>Дет. должны поступать после прамывки.</i>																			
Б05	<i>3. Межоперационное хранение сб. ед. производить в специальной таре.</i>																			
06	<i>4. Допускается в обозначении последние пять цифр.</i>																			
07	<i>5. Глубина неспавара не должна превышать 5% от толщины основного металла, длина не более 50 мм.</i>																			
08	<i>6. Размеры шлаковых включений и пор не должны превышать по глубине 10% от толщины основного</i>																			
09	<i>металла и длиной не более 200 мм на 1 м шва</i>																			
010	<i>7. Подрезы и наплывы не допускаются.</i>																			
011	<i>8. Не допускается скопление газовых пор в количестве 5 на 1 см 2 шва.</i>																			
012	<i>9. Неровности шва не должны превышать 0,5 мм для легкодоступных швов и 1 мм для</i>																			
Т13	<i>труднодоступных.</i>																			
Т14	<i>10. Режимы сварки устанавливаются автоматически, для этого нужно предварительно ввести</i>																			
Т15	<i>данные о толщине металла, используемом защитном газе и диаметре проволоки</i>																			
16																				
МК	Маршрутная карта																			3

<i>Дубл.</i>															
<i>Взам.</i>															
<i>Подп.</i>															
Разраб.															
Проб.															
Нормир.															
Нач. БТК															
Н. контр.															
К/М	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Поз.	Наименование ДСЕ или материала	Обозначение ДСЕ	ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.			
Я										Разл. п.	Общ. п.	Такт. п.			
К01															
02						<i>Обозначение</i>	<i>Наименование</i>	<i>Материал</i>	<i>Кол-во</i>						
03					1	ФЮРА.0000.4.У.168.01.000	Скоба грузовая	14ХГ2САФД	2						
04					2	ФЮРА.0000.4.У.168.00.001	Баковина	14ХГ2САФД	4						
05					3	ФЮРА.0000.4.У.168.00.002	Лист	14ХГ2САФД	4						
06					4	ФЮРА.0000.4.У.168.00.003	Редфо	14ХГ2САФД	1						
07					5	ФЮРА.0000.4.У.168.00.004	Накладка	14ХГ2САФД	4						
08					6	ФЮРА.0000.4.У.168.00.005	Скоба	14ХГ2САФД	1						
09					7	-01	Скоба	14ХГ2САФД	1						
10															
11						Проволока Св-08Г2С-0	ГОСТ 2246-70	φ12	37,05 кг						
12						Смесь газов Ar+CO ₂	ГОСТ Р ИСО 14175-2010		4,167 м ³						
13						Масса сб. ед. 345 кг.									
14															
15															
16															
17															
КК	Комплектовочная карта											4			

Дубл.																										
Взам.																										
Подп.																										
Разраб.																										
Проб.																										
Нормир.																										
Нач. БТК																										
Н. контр.																										
												<i>Траверса задняя</i>														
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции								Обозначение документа													
Б	Код, наименование оборудования								СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.							
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала								Обозначение, код								ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасс.					
А01																										
002	<i>005 Комплектование</i>																									
03	<i>Плита сборочная; Кран мостовой Q=5,0 т.; Строп универсальный Q= 2,0 т.</i>																									
А04	<i>1. Подобрать детали, входящие в сб. ед. согласно спецификации КД.</i>																									
Б05	<i>2. Проверить наличие клеев БТК, отличительных клеев, подтверждающих годность деталей.</i>																									
06																										
07	<i>010 Сборка-сварка</i>											<i>T= 6,7 мин.</i>														
08	<i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т.; Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>																									
09	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14.175-2010;</i>																									
010	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ12 ГОСТ 2246-70;</i>																									
011	<i>1. Установить на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ доковину поз. 2 и T=3,2 мин.</i>																									
012	<i>накладку поз. 5 по опорам, в отверстия деталей вставить технологические валы φ85 мм (2 шт.).</i>																									
Т13	<i>Зафиксировать струбцинами (2 шт.).</i>																									
Т14	<i>2. Прихватить установленные детали между собой. Количество прихваток = 18.</i>											<i>T=2,7 мин.</i>														
Т15																										
16																										
КТП	Карта технологического процесса																			5						

Дубл.																
Взам.																
Подп.																
Разраб.																
Проб.									ФЮРА.000049.168.00.000							
Нормир.																
Нач. БТК																
Н. контр.																
									<i>Траверса задняя</i>							
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначения документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нраск.	
А01																
002	<i>3. Извлечь технологические валы $\phi 85$ мм (2 шт.), снять струбицы.</i>													<i>T= 0,8 мин.</i>		
03	<i>4. Переместить сб. ед. 1 на кантователь.</i>													<i>T= (время учтено в оп. 015)</i>		
А04																
Б05	<i>015 Сварка</i>													<i>Ta= 85,29 мин.</i>		
06	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000. Кран-балка Q=0,5 т.; Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>															
07	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>															
08	<i>Сварочный полуавтомат Lorsh S5; Проволока Св-08Г2С-О $\phi 1,2$ ГОСТ 2246-70;</i>															
09	<i>Держатель универсальный.</i>															
010	<i>1. Установить на кантователь сб. ед. 1 отверстиями на трубы держателей универсальных, T=1,6 мин.</i>															
011	<i>вставить в отверстия держателей штыри (2 шт.) и зафиксировать двумя скобами пружинными.</i>															
012	<i>2. Сварить дет. поз. 2 и 5</i>													<i>T=82,09 мин.</i>		
Т13	<i>Св. шов №5 нестандартный L св. шва = 1,936 м расход св. проволоки = 5,648 кг.</i>															
Т14	<i>3. Открепить и снять сб. ед. с держателей универсальных и переместить на</i>													<i>T=1,6 мин.</i>		
Т15	<i>приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ.</i>															
16																
КТП	Карта технологического процесса													6		

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначения документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.					
А01																				
002	020 Сборка-сварка															Т ₀ = 6,7 мин.				
03	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т., Строп универсальный Q=0,5 т.;																			
А04	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14.175-2010;																			
Б05	Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;																			
06	1. Повторить переходы 1-3 операции 010.																			
07	4. Переместить сб. ед. 2 на кантователь.															Т= (время учтено в оп. 025)				
08																				
09	025 Сварка															Т ₀ = 85,29 мин.				
010	Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т., Строп универсальный Q=0,5 т.;																			
011	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14.175-2010;																			
012	Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;																			
Т13	Держатель универсальный.																			
Т14	1. Повторить переходы 1-3 операции 015.																			
Т15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса															7				

Дубль																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
										<i>Траверса задняя</i>										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначения документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОП.	ЕВ	ЕН	КИ	Нраск.					
001																				
002	<i>030 Сварка-сварка</i>										<i>То= 6,7 мин.</i>									
03	<i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т., Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>																			
004	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																			
005	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																			
06	<i>1. Повторить переходы 1-3 операции 010.</i>																			
07	<i>4. Переместить сб. ед. 3 на кантователь.</i>										<i>T= (время учтено в оп. 035)</i>									
08																				
09	<i>035 Сварка</i>										<i>То= 85,29 мин.</i>									
010	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т., Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>																			
011	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																			
012	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																			
Т13	<i>Держатель универсальный.</i>																			
Т14	<i>1. Повторить переходы 1-3 операции 015.</i>																			
Т15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса																	8		

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.																					
Проб.																					
Нормир.																					
Нач. БТК																					
Н. контр.																					
										<i>Траверса задняя</i>											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначения документа									
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код					ОЛП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрск.				
001																					
002	<i>040 Сварка-сварка</i>													<i>То= 6,7 мин.</i>							
03	<i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т, Строп универсальный Q=0,5 т;</i>																				
004	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																				
005	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																				
06	<i>1. Повторить переходы 1-3 операции 010.</i>																				
07	<i>4. Переместить сб. ед. 4 на кантователь.</i>													<i>T= (время учтено в оп. 045)</i>							
08																					
09	<i>045 Сварка</i>													<i>То= 85,29 мин.</i>							
010	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т, Строп универсальный Q=0,5 т;</i>																				
011	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																				
012	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																				
Т13	<i>Держатель универсальный.</i>																				
Т14	<i>1. Повторить переходы 1-3 операции 015.</i>																				
Т15																					
16																					
КТП	Карта технологического процесса																	9			

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.																					
Проб.																					
Нормир.																					
Нач. БТК																					
Н. контр.																					
										<i>Траверса задняя</i>											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначения документа										
Б	Код, наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала						Обозначение, код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.				
А01																					
002	<i>050 Сборка-сварка</i>										<i>T₀= 37,88 мин.</i>										
03	<i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т.; Стрел универсальный Q=0,5 т.;</i>																				
А04	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Сварочный полуавтомат Lorch S5;</i>																				
Б05	<i>Проволока СВ-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																				
06	<i>1. Установить на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ сб. ед. 1 и 2 по упорам приспособления.</i>										<i>T=3,2 мин.</i>										
07																					
08	<i>2. Между сб. ед. 1 и 2 установить листы поз. 3 (2 шт.), выдержать p-p 210±15 мм.</i>										<i>T=0,94 мин.</i>										
09	<i>В отверстия сб. ед. 1 и 2 вставить технологические валы φ85 мм (2 шт.), зафиксировать</i>																				
010	<i>струбцинами (2 шт.).</i>																				
011	<i>3. Прихватить установленные детали между собой. Количество прихваток = 40.</i>										<i>T6,0 мин.</i>										
012	<i>4. Приварить дет.</i>										<i>T=26,94 мин.</i>										
Т13	<i>Св. шов №6 нестандартный</i>										<i>L св. шва = 2,02 м расход св. проволоки = 2,12 кг.</i>										
Т14	<i>5. Извлечь технологические валы φ85 мм (2 шт.), снять струбцины.</i>										<i>T= 0,8 мин.</i>										
Т15	<i>6. Переместить сб. ед. 5 на кантователь.</i>										<i>T= (время учтено в оп. 055)</i>										
16																					
КТП	Карта технологического процесса																		10		

Дубл.																			
Взам.																			
Подп.																			
Разраб.																			
Проб.										ФЮРА.000049.168.000000									
Нормир.																			
Нач. БТК																			
Н. контр.																			
<i>Траверса задняя</i>																			
А	Цех	Уч.	PM	Опер.	Код, наименование операции				Обозначения документа										
Б					Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.
К/М					Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код				ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.		
А01																			
002	<i>055 Сварка</i>												<i>T_с = 21,88 мин.</i>						
03	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т.; Строн универсальный Q=0,5 т.;</i>																		
А04	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																		
Б05	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																		
06	<i>Держатель универсальный.</i>																		
07	<i>1. Установить на кантователь сб. ед. 5, вставить в отверстия две трубы держателей</i>												<i>T=1,8 мин.</i>						
08	<i>универсальных, зафиксировать трубы двумя болтами стопорными.</i>																		
09	<i>2. Приварить дет.</i>												<i>T=20,08 мин.</i>						
010	<i>Св. шов №3 ГОСТ 14771-76-У6</i>				<i>L св. шва = 0,188 м расход св. проволоки = 1,932 кг.</i>														
011																			
012																			
Т13																			
Т14																			
Т15																			
16																			
КТП	Карта технологического процесса												11						

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.																					
Проб.																					
Нормир.																					
Нач. БТК																					
Н. контр.																					
										<i>Траверса задняя</i>											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначения документа									
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.				
А01																					
002	<i>060 Сборка-сварка</i>														<i>T_с = 10,83 мин.</i>						
03	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т., Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>																				
А04	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																				
Б05	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																				
06	<i>Держатель универсальный.</i>																				
07	<i>1. Установить на сб. ед. 5 скобу грузовую поз. 1 в р-ры 29±3; 360±5 мм.</i>														<i>T=1,6 мин.</i>						
08	<i>2. Прихватить скобу грузовую поз. 1. Количество прихваток = 4.</i>														<i>T=0,6 мин.</i>						
09	<i>3. Приварить дет.</i>														<i>T=6,83 мин.</i>						
010	<i>Св. шов №1 ГОСТ 14771-76-T1-Δ 12 L св. шва = 0,72 м расход св. проволоки = 0,619 кг.</i>																				
011	<i>4. Открепить и снять сб. ед. 7 с держателей универсальных и переместить на</i>														<i>T=1,8 мин.</i>						
012	<i>приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ.</i>																				
Т13																					
Т14																					
Т15																					
16																					
КТП	Карта технологического процесса																	12			

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
										<i>Траверса задняя</i>										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначения документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сд. единицы или материала					Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.					
А01																				
002	<i>065 Сборка-сварка</i>										<i>T_о= 37,88 мин.</i>									
03	<i>Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т; Строп универсальный Q=0,5 т;</i>																			
А04	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																			
Б05	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																			
06	<i>1. Установить на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ сд. ед. 3 и 4. по</i>										<i>T=3,2 мин.</i>									
07	<i>упорам приспособления.</i>																			
08	<i>2. Между сд. ед. 3 и 4 установить листы поз. 3 (2 шт.), выдержать p-p 210±15 мм.</i>										<i>T=0,94 мин.</i>									
09	<i>В отверстия сд. ед. 3 и 4 вставить технологические вали φ85 мм (2 шт.). Зафиксировать</i>																			
010	<i>струбцинами (2 шт.).</i>																			
011	<i>Повторить переходы 3 и 5 операции 050.</i>																			
012	<i>6. Переместить сд. ед. 6 на кантователь.</i>										<i>T= (время учтено в оп. 070)</i>									
Т13																				
Т14																				
Т15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса																	13		

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.																					
Проб.																					
Нормир.																					
Нач. БТК																					
Н. контр.																					
										<i>Траверса задняя</i>											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначения документа									
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.				
001																					
002	<i>070 Сварка</i>														<i>T_с = 21,88 мин.</i>						
03	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т.; Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>																				
004	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																				
005	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока СВ-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																				
06	<i>Держатель универсальный.</i>																				
07	<i>1. Установить на кантователь сб. ед. 6, всапить в отверстия две трубы держателей</i>														<i>T=1,8 мин.</i>						
08	<i>универсальных ФЮРА.000001.061.00.000 СБ, зафиксировать трубы двумя болтами стопорными.</i>																				
09	<i>Повторить переход 2 операции 055.</i>																				
010																					
011																					
012																					
Т13																					
Т14																					
Т15																					
16																					
КТП	Карта технологического процесса																	14			

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
										<i>Траверса задняя</i>										
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначения документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тлз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.					
001																				
002	<i>075 Сварка-сварка</i>										<i>T₀= 10,83 мин.</i>									
03	<i>Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т.; Строп универсальный Q=0,5 т.;</i>																			
004	<i>Смесь газов Ar(80%)+CO₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;</i>																			
005	<i>Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;</i>																			
06	<i>Держатель универсальный.</i>																			
07	<i>1. Установить на сб. ед. 5 скобу грузовую поз. 1 в р-р 29±3 мм.</i>										<i>T=1,6 мин.</i>									
08	<i>Повторить переходы 2 и 3 операции 060.</i>																			
09	<i>4. Открепить и снять сб. ед. 8 с держателей универсальных и переместить на</i>										<i>T=1,8 мин.</i>									
010	<i>приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ.</i>																			
011																				
012																				
Т13																				
Т14																				
Т15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса															15				

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.																					
Проб.																					
Нормир.																					
Нач. БТК																					
Н. контр.																					
										Траверса задняя											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначение документа									
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код					ОЛП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.				
А01																					
002	080 Сборка-сварка															Т _о = 9,9 мин.					
03	Приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ, Кран-балка Q=0,5 т; Строп универсальный Q=0,5 т;																				
А04	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010; Сварочный полуавтомат Lorch S5;																				
Б05	Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70.																				
06	1. Установить на приспособление сборочно-сварочное ФЮРА.000001.168.00.000 СБ сб. ед. 7 и 8, в															Т=3,6 мин.					
07	отверстия деталей сб. ед. вставить технологические валы φ85 мм (2 шт.). Выдержать р-р 54,6±1,5 мм.																				
08	Зафиксировать струбцинами (2 шт.).																				
09	2. Установить на сб. ед. ребро поз. 4, выдержать р-ры 415±1,5; 70±1,5 мм.															Т=16 мин.					
010	3. Установить на сб. ед. скобы поз. 6 и поз. 7, выдержать р-р 35±1,5 мм.															Т=1,03 мин.					
011	4. Установить на ребро поз. 4 дырку поз. 8, выдержать р-ры 110±5; 250±5 мм.															Т=0,26 мин.					
012	5. Прихватить установленные детали между собой. Количество прихваток = 22.															Т=3,3 мин.					
Т13	6. Приварить дет.															Т=0,11 мин.					
Т14	- дет. поз. 8																				
Т15	Св. шов №2 ГОСТ 14771-76-Н1-Δ3 L св. шва = 0,05 м расход св. проволоки = 0,003 кг.																				
16	7. Снять струбцины и переместить сб. ед. 9 на кантователь.															Т= (время учтено в оп. 085)					
КТП	Карта технологического процесса																	16			

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.																					
Проб.																					
Нормир.																					
Нач БТК																					
Н. контр.																					
										Траверса задняя											
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции							Обозначения документа									
Б	Код, наименование оборудования							СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.			
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала							Обозначение, код					ОЛП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.				
А01																					
002	085 Сварка														Т _о = 25,33 мин.						
03	Кантователь ГРП-КД1-ПЦ 2000, Кран-балка Q=0,5 т., Строп универсальный Q=0,5 т.;																				
А04	Смесь газов Ar(80%)+CO ₂ (20%) ГОСТ Р ИСО 14175-2010;																				
Б05	Сварочный полуавтомат Lorch S5; Проволока Св-08Г2С-0 φ1,2 ГОСТ 2246-70;																				
06	Держатель универсальный.																				
07	1. Установить на кантователь сб. ед. 9, вставить в отверстия две трубы держателей														Т=2,0 мин.						
08	вставить в отверстия держателей штыри (4 шт.) и зафиксировать четырьмя скобами пружинными.																				
09	2. Приварить дет.														Т=21,23 мин.						
010	- дет. поз. 4																				
011	Св. шов №1 ГОСТ 14771-76-Т1-Δ 12 L св. шва = 0,344 м расход св. проволоки = 0,296 кг.																				
012	- дет. поз. 6 и 7																				
Т13	Св. шов №1 ГОСТ 14771-76-Т1-Δ 12 L св. шва = 1,136 м расход св. проволоки = 0,977 кг.																				
Т14	Св. шов №4 ГОСТ ГОСТ23518-79-Т3 L св. шва = 0,36 м расход св. проволоки = 0,672 кг.																				
Т15																					
16																					
КТП	Карта технологического процесса																	17			

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.																				
Проб.																				
Нормир.																				
Нач. БТК																				
Н. контр.																				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз.	Тшт.				
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Нрасх.					
А01																				
002	095 Контроль														Тс= 96,7 мин.					
03																				
А04	1. Произвести ВИК 100%																			
Б05	Проверить св. швы и прилегающий к ним участок шириной 20 мм по обе стороны от шва на наличие																			
06	напльвов, подрезов, прожогов, незаваренных кратеров, наружных трещин, непровара корня шва,																			
07	пористости.																			
08	Проверить р-ры 234±15; 234±15; 546±15; 210±15.																			
09	Проверить геометрию сварных швов.																			
010	Неровности шва не должны превышать 0,5 мм для легкодоступных швов и 1 мм для труднодоступных.																			
011	Штангенциркуль 1кл ШЦ-1-150, лупа измерительная 10х, линейка поверочная, лксометр, УШС-4,																			
012	образцы шероховатости Rz80, угольник поверочный.																			
Т13	2. Клеить клеем БТК на дет. поз. 4.																			
Т14															Клеймо БТК; Молоток; Очки О					
Т15																				
16																				
КТП	Карта технологического процесса														19					