

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления челюстей грейфера

УДК 621.873.062.2-027.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Сагеев Александр Викторович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец Антон Сергеевич	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Якимова Татьяна Борисовна	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Романцов Игорь Иванович	к.т.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Профессиональные компетенции</i>	
P1	Применять базовые и специальные естественнонаучные, математические, социально-экономические и профессиональные знания в комплексной инженерной деятельности при разработке, производстве, исследовании, эксплуатации, обслуживании и ремонте современной высокоэффективной электронной техники
P2	Ставить и решать задачи комплексного инженерного анализа и синтеза с использованием базовых и специальных знаний, современных аналитических методов и моделей
P3	Выбирать и использовать на основе базовых и специальных знаний необходимое оборудование, инструменты и технологии для ведения комплексной практической инженерной деятельности с учетом экономических, экологических, социальных и иных ограничений
P4	Выполнять комплексные инженерные проекты по разработке высокоэффективной электронной техники различного назначения с применением базовых и специальных знаний, современных методов проектирования для достижения оптимальных результатов, соответствующих техническому заданию с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
P5	Проводить комплексные инженерные исследования, включая поиск необходимой информации, эксперимент, анализ и интерпретацию данных с применением базовых и специальных знаний и современных методов для достижения требуемых результатов
P6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современное высокотехнологичное оборудование в предметной сфере электронного приборостроения, обеспечивать его высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды
<i>Универсальные компетенции</i>	
P7	Использовать базовые и специальные знания в области проектного менеджмента для ведения комплексной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности
P8	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе, в том числе на иностранном языке, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности

P9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, проявлять навыки руководства группой исполнителей, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, с делением ответственности и полномочий при решении комплексных инженерных задач
P10	Демонстрировать личную ответственность, приверженность и готовность следовать профессиональной этике и нормам ведения комплексной инженерной деятельности
P11	Демонстрировать знание правовых социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, компетентность в вопросах охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности
P12	Проявлять способность к самообучению и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение электронной инженерии
 Период выполнения весенний семестр 2019 /2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврской работы

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

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2020 г.	Описание изделия	10
08.04.2020 г.	Обзор оборудования для производства изделий	10
15.04.2020 г.	Конструкторская часть. Подбор материала, расчет режимов сварки, подбор оборудования	10
22.04.2020 г.	Конструкторская часть. Создание модели челюстей грейфера	15
30.04.2020 г.	Технологическая часть. Описание заготовительных операций	10
08.05.2020 г.	Технологическая часть. Описание процесса сборки и сварки челюстей грейфера	15
23.05.2020 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2020 г.	Социальная ответственность	10
02.06.2020 г.	Заключение	10

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец Антон Сергеевич	К.Т.Н.		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
3-1В51	Сагеев Александр Викторович			

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Отделение электронной инженерии
 Направление 15.03.01 Машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Першина А.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
3-1B51	Сагеев Александр Викторович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления челюстей грейфера	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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></p>	<p>Челюсти грейферного ковша. Рабочее место сварщика расположено в закрытом цеху.</p>
---	---

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><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></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Описание изделия 2 Обзор оборудования для производства изделий 3 Конструкторская часть 4 Технологическая часть 5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 6 Социальная ответственность 7 Заключение
--	--

<p>Перечень графического материала</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1 Титульный лист 2 Общий вид плит перекрытия 3 Цели и задачи 4 Челюсти грейферного ковша 5 Сварочные материалы, оборудование и режимы сварки челюстей 6 Технология сборки и сварки челюстей грейфера 7 Технология сборки и сварки челюстей грейфера 8 Технология сборки и сварки челюстей грейфера 9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность; 10 Социальная ответственность 11 Вывод
---	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Якимова Татьяна Борисовна
Социальная ответственность	Романцов Игорь Иванович

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	01 апреля 2020 г.
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец Антон Сергеевич	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Сагеев Александр Викторович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Сагеев Александр Викторович

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОТСП
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов: материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы времени на выполнение операций, нормы расхода материалов, инструмента и др.
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.</i>	Отчисления во внебюджетные фонды (30,2%)

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Технико-экономическое обоснование целесообразности внедрения новой техники или технологии выполнения работ
<i>2. Планирование и формирование бюджета проекта</i>	Планирование технического проекта. Определение текущих затрат на сварочные работы
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Смета затрат

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Якимова Татьяна Борисовна	К.Э.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Сагеев Александр Викторович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Саргеев А.В.

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОТСП
Уровень образования	Бакалавриат	Направление	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления челюстей грейфера

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Выполнение сварочных работ (механизованная сварка в среде защитных газов, работа со сварочным оборудованием, работа со слесарным оборудованием). Рабочее место расположено в закрытом цеху, сварочный участок 210 м ² . Имеет естественное и искусственное освещение. Область применения – строительство и земляные работы, добыча полезных ископаемых, погрузочно-разгрузочные работы.
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	- ПУЭ (7-ое издание). - СП 52.13330.2011 - ГОСТ 12.1.003-83 - СН 2.2.4/2.1.8.562-96 - ГОСТ 12.1.005-88 - ГОСТ Р 12.1.019-2017 - ГОСТ 12.1.010-76 - СанПиН 2.2.4.3359-16
2. Производственная безопасность:	1. Вредные факторы - освещение рабочей зоны; - микроклимат в пощении; - шум; - вредные вещества; - психофизические факторы: физические нервно-психические перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда. 2. Опасные факторы: - электрический ток; - короткое замыкание; - высокая температура поверхностей оборудования; - движущиеся машины и механизмы.
3. Экологическая безопасность:	- Правила утилизации промышленных отходов, утилизация ТБО, микросхем, люминисцентных ламп.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее возможные ЧС: - пожар.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Романцов Игорь Иванович	К.Т.Н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1B51	Сагеев А.В.		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 94 с., 9 рис., 26 табл., 30 источников, 16 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: грейферный ковш, челюсти грейфера, ручная дуговая сварка, механизированная сварка в среде защитных газов.

Объектом исследования является челюсти грейферного ковша.

Целью данного проекта является разработка технологии изготовления челюстей грейфера.

В процессе исследования проводились: различных вариантов исполнения грейферного ковша, изучение материалов из которых он изготавливается, изучение способов сварки и сварочных материалов, расчет режимов сварки, изучение используемого оборудования для сварки.

В результате исследования был изучен технологический процесс сборки и сварки челюстей грейфера.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: челюсти грейферного ковша 1400x1770x1395 мм, масса 1630 кг.

Экономическая эффективность работы: разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и механизированной сваркой, составляет 626 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 64 %. По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одно изделие между РДС и МС составляет 6803 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 52 %.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе «КОМПАС-3D V18».

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Обозначения и сокращения

σ_T – предел текучести;

σ_B – временное сопротивление разрыву;

δ_5 – относительное удлинение;

$d_э$ – диаметр электродного стержня;

j – допускаемая плотность тока;

α_n – коэффициент наплавки;

F_n – площадь поперечного сечения наплавленного металла за проход;

γ – плотность наплавленного металла за данный проход;

$q_{эф}$ – эффективная тепловая мощность сварочной дуги;

$I_{св}$ – ток сварочной дуги;

U_d – напряжений на дуге;

η_u – эффективный КПД нагрева изделия дугой;

$V_{св}$ – скорость перемещения сварочной дуги.

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1 ГОСТ 12.1.012-90 Вибрационная безопасность, гигиеническое нормирование вибрации на рабочих местах;

2 ГОСТ 12.1.003- 83 Нормируемые параметры шума на рабочих местах;

3 ГОСТ 12.1.005-88 Нормы производственного микроклимата установленные системой безопасности труда;

4 ГОСТ 12.0.002-74 Требования на предприятии соблюдаемые с целью уменьшения опасности поражения электрическим током.

5 ГОСТ 17.2.3.02- 78 Требования для предприятий по выбросу вредных веществ в атмосферу.

Оглавление

Введение.....	14
1 Описание изделия.....	15
2 Конструкторская часть	17
2.1 Выбор материала конструкции.....	17
2.2 Выбор способа сварки	18
2.3 Выбор сварочных материалов	19
2.4 Расчет параметров режимов сварки.....	21
2.5 Выбор сварочного оборудования	26
2.6 Разработка модели челюстей грейфера	27
3 Технологическая часть	28
3.1 Заготовительные операции	28
3.2 Технологический процесс сборки и сварки челюстей грейфера	29
3.3 Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями	30
3.4 Контроль и исправление брака	32
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	35
4.1 Определение норм времени на сварку	35
4.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	43
5 Социальная ответственность	51
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	51
5.2 Производственная безопасность	52
5.3 Охрана окружающей среды	63
5.4 Чрезвычайные ситуации.....	64
Заключение	67
Список используемых источников.....	68
Приложение А Комплект технологической документации.....	71
Приложение Б Комплект чертежей.....	72
Приложение В Раскрой заготовок.....	73

Введение

Грейферные краны и перегружатели до настоящего времени остаются основным средством перевалки сыпучих грузов в промышленности, сельском хозяйстве и на транспорте. Обязательным условием высокопроизводительной работы подобного оборудования является оснащение его грейферами, обладающими достаточной прочностью и жёсткостью.

Вместе с тем практика эксплуатации двухчелюстных грейферов показывает, что при интенсивной работе их фактическая средняя наработка до отказа не превышает одного года при нормативном сроке службы 10 лет, что приводит к увеличению затрат на ремонт, снижению производительности перегрузочных работ и повышению уровня риска аварий [1-2]. Это свидетельствует о несовершенстве процесса сборки и сварки челюстей грейфера и вероятном образовании дефектов сварных швов. Применение механизированных способов сварки позволит повысить производительность и качество сварных швов.

Целью данного проекта является разработка технологии изготовления челюстей грейфера с применением механизированных способов сварки..

Практическое значение ВКР заключается в том, что ее результаты можно непосредственно использовать для изготовления грейферных ковшей.

1 Описание изделия

Строительство зданий, дорог и других инженерных сооружений невозможно без операции зачерпывания и перемещения сыпучих строительных материалов. Одними из распространенных машин, применяемых для этих целей, являются краны-манипуляторы [3]. Рабочим органом этих машин при зачерпывании является грейфер. Данный рабочий орган зачерпывает сыпучий материал двумя челюстями, которые смыкаются и размыкаются под действием гидропривода. Зачерпывание грейферов, применяемых на сегодняшний день, основано на вращательном движении челюстей в вертикально плоскости (рисунок 1) [4-5].

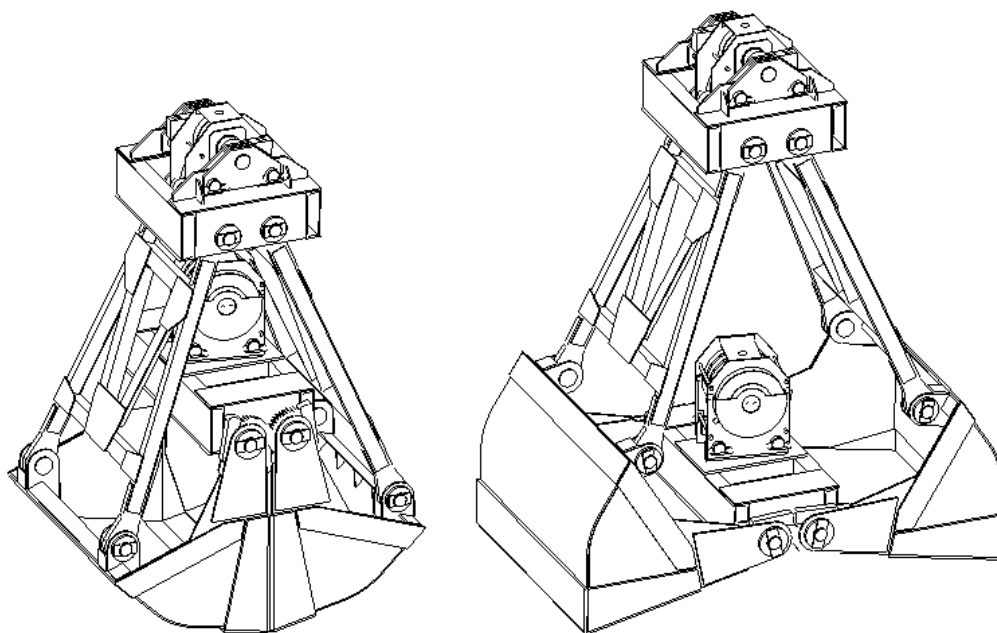


Рисунок 1 – Принцип работы грейферного ковша

Грейферный ковш, в отличие от обычного – не сплошной, а разъёмный. Чаще всего он состоит из двух половинок — челюстей, плотно соединяемых между собой при помощи специального привода – канатного, гидравлического, механического. Размеры каждой из половинок ковша определяют его вес и ёмкость.

Кроме челюстей, в состав грейферного ковша входят:

1 Ось, при помощи которой осуществляется поворот половинок ковша при его работе.

2 Серьга привода, обеспечивающая соединение ковша с приводным механизмом.

3 Силовой замок, обеспечивающий контакт обеих челюстей друг с другом.

4 Ротатор. Устройство, позволяющее поворачивать ковш в горизонтальной или в вертикальной плоскости на 360° . Грейферные ковши с ротатором встречаются редко, поскольку при существенном возрастании собственной массы узла не дают существенных преимуществ при его эксплуатации.

5 Ограничитель перемещения челюстей.

2 Конструкторская часть

2.1 Выбор материала конструкции

Рекомендованные материалы для изготовления челюстей грейферного ковша установлены ГОСТ 24599-87 [2]. Для элементов корпуса ковша рекомендуется использовать сталь 10ХСНД.

Сталь 10ХСНД - сталь конструкционная низколегированная хромокремненикелевая с медью предназначенная для сварных конструкций.

Назначение - элементы сварных металлоконструкций и различные детали, к которым предъявляются требования повышенной прочности и коррозионной стойкости с ограничением массы и работающие при температуре от - 70 до 450 °С (таблица 1 и 2).

Таблица 1 – Химический состав по ГОСТ 19282-73 [6]

C, %	Si, %	Mn, %	Cr, %	Ni, %	Cu,%	P, %	S, %	As, %	N, %
До 0,12	0,8-1,1	0,5-0,8	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,6	<0,035	<0,040	<0,08	0,008

Таблица 2 – Механические свойства в состоянии поставки по ГОСТ 19282-73 [6]

σ_B , МПа, не менее	σ_T , МПа, не менее	δ , %	Ψ , %	KCV, Дж/см ² , при температуре -40 °С
540	400	19	56	39

Общие технологические свойства

Свариваемость – сваривается без ограничений. Способы сварки: РДС, АДС под слоем флюса и газовой защитой, ЭШС.

Склонность к отпускной хрупкости – малосклонна.

Флокеночувствительность – не чувствительна [7].

2.2 Выбор способа сварки

В качестве основных способов сварки для изготовления ковшей кранов, согласно ГОСТ 24599-87 [2], можно применять следующие способы сварки: ручная дуговая покрытыми электродами, автоматическая и механизированная в среде защитных газов, автоматическая под слоем флюса.

Челюсти грейфера обладают сложной формой контура, поэтому применение автоматических способов сварки не целесообразно. Ручная дуговая сварка обладает низкой производительностью, к тому же качество швов сильно зависит от квалификации сварщика. Поэтому для сварки челюстей грейфера назначаем механизированную сварку в среде защитных газов.

Механизированная сварка – дуговая сварка автоматически подающимся проволочным электродом (проволокой) в среде защитного газа.

Защитный газ, выходя из сопла, вытесняет воздух из зоны сварки. Сварочная проволока подается вниз роликами, которые вращаются двигателем подающего механизма. Подвод сварочного тока к проволоке осуществляется через скользящий контакт.

Механизированная сварка в углекислом газе (CO_2) является основной и наиболее распространенной технологией сварки плавлением на предприятиях машиностроительной отрасли. Она является экономичной, обеспечивает достаточно высокое качество сварных швов, особенно при сварке низкоуглеродистых сталей, возможна в различных пространственных положениях, требует более низкой квалификации сварщика, чем ручная дуговая сварка.

Углекислый газ обеспечивает защиту зоны сварки, но металл сварного шва получается недостаточно раскисленным, поэтому необходимо выбирать сварочную проволоку с повышенным содержанием марганца (Св-08Г2С, Св-08ХН2Г2СМЮ и др.) [8].

По сравнению с другими способами сварка в защитных газах обладает рядом преимуществ:

- высокая производительность;
- высокая проплавливающая способность;
- значительный спектр свариваемых материалов;
- сварка во всех пространственных положениях;
- отсутствие на поверхности ванны шлака;
- легкая техника сварки.

К недостаткам способа относится:

- более сложное сварочное оборудование;
- невозможность использования данного метода в условиях монтажа из-за сквозняка, ветра, дождя;
- при определенных режимах сварки возникают сложности с удалением брызг расплавленного металла [8].

2.3 Выбор сварочных материалов

При дуговой сварки в среде защитных газов в качестве электродных и присадочных материалов используются специальные проволоки. Эти проволоки поставляются по ГОСТ 2246-70 [9]. Стандарт предусматривает 77 марок сварочной проволоки: низколегированных 6, среднелегированных 30, высоколегированных 41. Этим стандартом введены омедненные проволоки, повышено требование к упаковке и транспортировке. Указанные проволоки предназначены для сварки, наплавки и изготовления электродов.

В проволоке, предназначенной для сварки углеродистых и низколегированных сталей, основными раскислителями являются кремний и марганец.

Рациональными пределами содержания элементов – раскислителей в электродной проволоке, предназначенной для сварки большинства кипящих и спокойных углеродистых и низколегированных сталей на токах до 500 А, являются: 0,05-0,12% углерода, 0,6-1,0% кремния и 1,4-2,4% марганца. Для сварки таких сталей имеются специальные марки электродной проволоки [10].

Для низкоуглеродистых сталей типа 10ХСНД рекомендуют марки электродов Св-08ГС, Св-08Г2С [10]. Назначаем проволоку Св-08Г2С, химический состав приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав проволок по ГОСТ 2246-70 [9]

Марка проволоки	С	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	Al
Св-08ГС	0,10	1,40-1,70	0,6-0,85	0,20	0,25	0,03	0,03	0,05
Св-08Г2С	0,11	1,8-2,10	0,7-0,95					

Для сварки стали 10ХСНД выбираем углекислоту из таблицы 4.

Таблица 4 – Сорта углекислого газа по ГОСТ 8050-85 [11]

Наименование газа	Чистота, %
Углекислота (сварочная) 1 сорт	99,5
Углекислота (сварочная) 2 сорт	99
Углекислота пищевая	98,5
Углекислота техническая	98

Таким образом, для сварки данной стали используем сварочную углекислоту 1 сорта по ГОСТ 8050-85 [11], его чистота составляет 99,5%, на остальную долю приходится различные примеси. Хранят жидкую углекислоту в баллонах при давлении 5,0-6,0 МПа. В баллон емкостью 40 л заливают 25 кг жидкой углекислоты, что при испарении составляет 12600 л углекислого газа. При испарении углекислоты и выделении из неё газа резко снижается температура, которая приводит при расходах свыше 1000 л/ч к замерзанию влаги в редукторе. Поэтому стараются поглотить осушителем влагу, а затем перед поступлением в редуктор газ подогревают.

2.4 Расчет параметров режимов сварки

Челюсти грейфера свариваются из листов толщиной 30 мм, 20 мм и 10 мм. Для соединения элементов челюстей используются различные типы сварных швов – стыковые (С17), тавровые (Т1), угловые (У5) и нахлесточные (Н1). Геометрические размеры швов выдерживаются согласно ГОСТ 14771-76 [12], представлены на рисунке 2-6.

Произведем расчет площади наплавленного металла, каждого из типов швов. Рассмотрим стыковое соединение типа С17 (рисунок 2).

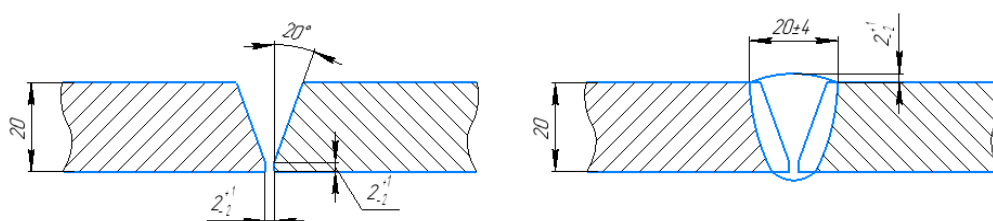


Рисунок 2 – Стыковое соединение типа С17

Определим площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_n = h^2 \cdot \operatorname{tg} \alpha + b \cdot S + 0,75 \cdot e \cdot g + 0,75 \cdot e_1 \cdot g_1. \quad (7)$$

Подставив в формулу (7) входящие в неё значения получим:

$$F_n = 18^2 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ + 2 \cdot 20 + 0,75 \cdot 20 \cdot 2 + 0,75 \cdot 10 \cdot 2 = 203 \text{ мм}^2.$$

Рассмотрим угловое соединение типа У5 (рисунок 3).

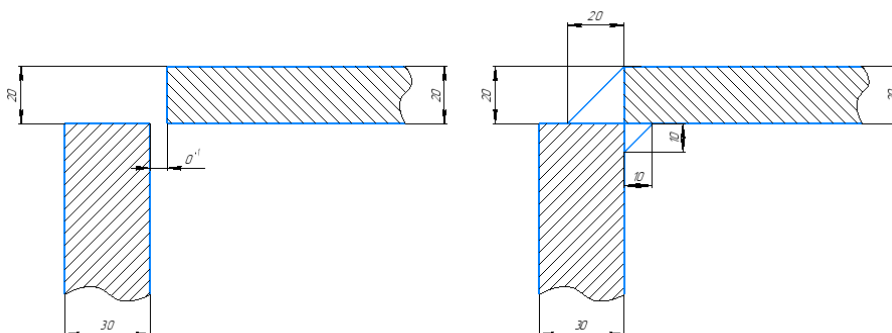


Рисунок 3 – Угловое соединение типа У5

Определим площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_n = \frac{K_1^2}{2} + \frac{K_2^2}{2} . \quad (8)$$

Подставив в формулу (8) входящие в неё значения получим:

$$F_n = \frac{20^2}{2} + \frac{10^2}{2} = 250 \text{ мм}^2 .$$

Рассмотрим нахлесточное соединение типа Н1.

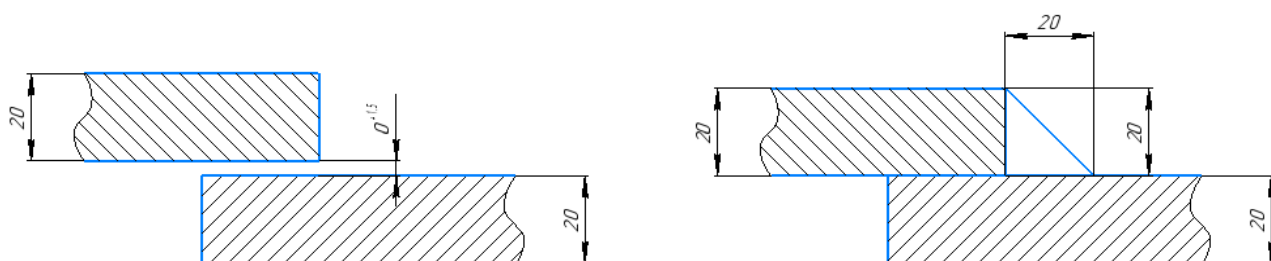


Рисунок 4 – Нахлесточное соединение типа Н1

Определим площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_n = \frac{K^2}{2} . \quad (9)$$

Подставив в формулу (8) входящие в неё значения получим:

$$F_n = \frac{20^2}{2} = 200 \text{ мм}^2 .$$

Рассмотрим нахлесточное соединение типа Н1.

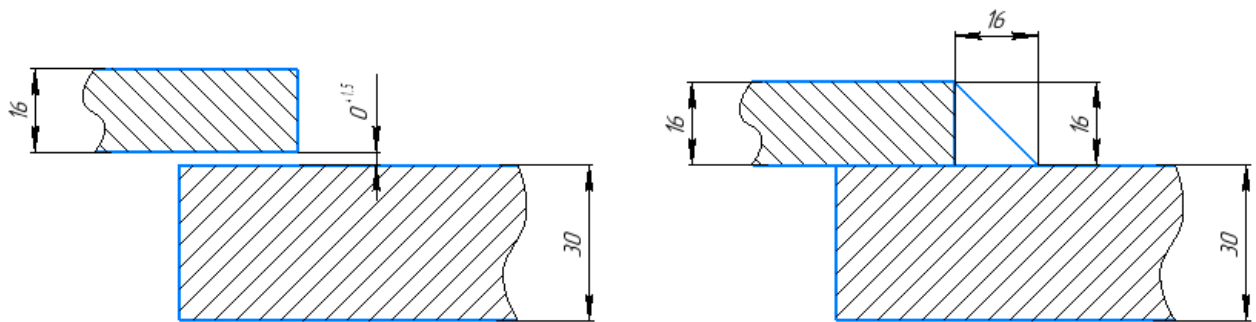


Рисунок 5 – Нахлесточное соединение типа Н1

Определим площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле (9):

$$F_n = \frac{16^2}{2} = 128 \text{ мм}^2.$$

Рассмотрим тавровое соединение типа Т1

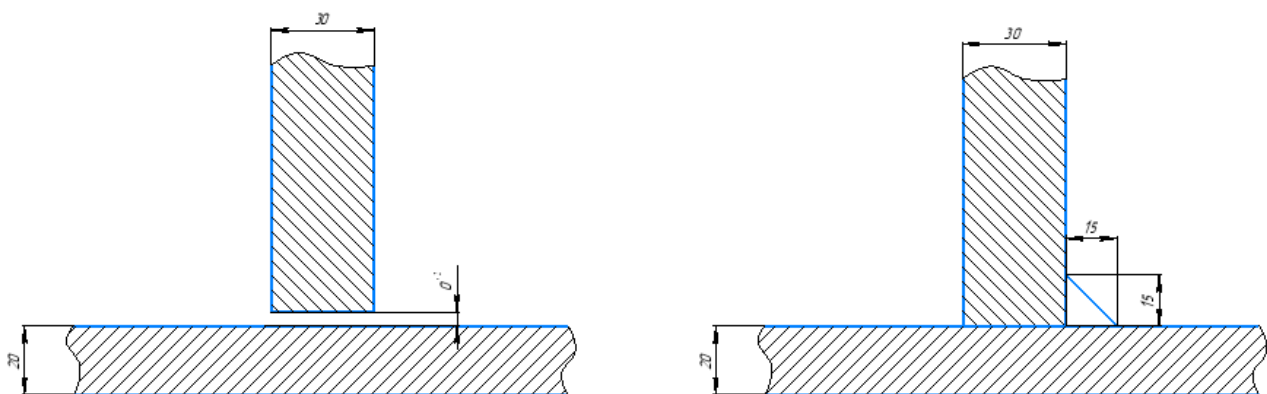


Рисунок 6 – Тавровое соединение типа Т1

Определим площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле (9):

$$F_n = \frac{15^2}{2} = 113 \text{ мм}^2.$$

Расчитаем параметры режимов сварки стыкового шва типа С17 по методике описаной в [13].

Расчёт силы сварочного тока при механизированной сварке производится по диаметру электрода и допускаемой плотности тока, по формуле (9), согласно рекомендациям [13], принимаем $j = 150 \text{ А/мм}^2$, $d_э = 1,6 \text{ мм}$, тогда:

$$I_{св} = \frac{\pi \cdot d_э^2}{4} \cdot j = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} \cdot 150 = 301 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 300 \text{ А}$.

Принимаем сварку за один прохода, площадь наплавки равна 30 мм^2 , площадь наплавки за второй и последующие проходы принимаем 70 мм^2 .

Определяем оптимальное напряжение дуги

$$U_д = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_э}} \cdot I_{св} \pm 1 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,6}} \cdot 300 \pm 1 = 29 \pm 1 \text{ В}, \quad (15)$$

принимаем напряжение $U_д = 29 \text{ В}$.

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{пр} = K \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_э \cdot U_д}{I_{св}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 300) \cdot \frac{1,6 \cdot 29}{300} = 2,3. \quad (16)$$

Для механизированной сварки значения $\psi_{пр}$ должны составлять $0,8 \dots 4,0$, в нашем случае, значение коэффициента находится в данном интервале, следовательно, режимы подобраны верно.

Для определения коэффициента наплавки α_n при механизированных способах сварки в смеси газов воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi_n), \quad (17)$$

где ψ – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (18)$$

Подставим известные значения плотности тока j в формулу (18), получим:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 150 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot 150^2 = 11,6\%.$$

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления α_p по формуле:

$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_э}{d_э^2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{300} \cdot \frac{1,5}{0,16^2} = 12,2 \text{ э/А} \cdot \text{ч}, \quad (19)$$

величину вылета электрода l принимаем $1,5 \text{ см}$, согласно рекомендации [13].

Тогда коэффициент наплавки α_n согласно формуле (17):

$$\alpha_n = 12,2 \cdot (1 - 0,116) = 10,8 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

Скорость сварки по формуле (11), получаем для первого прохода:

$$V_{св} = \frac{10,8 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,3} = 0,4 \text{ см/с} = 23 \text{ м/ч}$$

Для второго и последующих проходов:

$$V_{св} = \frac{10,8 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,7} = 0,16 \text{ см/с} = 10 \text{ м/ч}$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{пэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}} = \frac{12,2 \cdot 300}{3600 \cdot 7,8 \cdot 2 \cdot 10^{-2}} \approx 6,5 \text{ см/с} = 391 \text{ м/ч}, \quad (20)$$

где $F_{эл}$ – площадь поперечного сечения электрода, см²;

γ – плотность электродного металла, г/см³.

Погонная энергия рассчитывается по формуле (22) для первого шва:

$$q_n = \frac{\eta_u \cdot I_{св} \cdot U_d}{V_{св}} = \frac{0,82 \cdot 300 \cdot 29}{0,4} = 17835 \text{ Дж/см}, \quad (22)$$

где η_u – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой, который при сварке в защитном газе составляет 0,8...0.84, принимаем $\eta_u = 0,82$.

Для второго и последующих проходов:

$$q_n = \frac{0,82 \cdot 300 \cdot 29}{0,16} = 44588 \text{ Дж/см}$$

Расчет швов типа У5, Т1, Н1 проводится аналогичным образом. Приведем значения параметров режимов сварки в таблице 5.

Таблица 5 - Общие параметры режимов сварки

Тип шва	Катет, мм	F _н , мм ²	F _н , мм ²	I _{св} , А	U _д , В	V _{св} , м/ч	V _{под} , м/ч	α _н , г/А*ч
С17 1 пр. 2- 4 пр.	-	203	30	300	29	23	391	10,8
			70			10		
У5 1 пр. 2- 4 пр.	20 и 10	250	30	300	29	23	391	10,8
			70			10		

Н1 1 пр. 2- 4 пр.	20	200	30	300	29	23	391	10,8
			70			10		
Н1 1 пр. 2- 3 пр.	16	128	30	300	29	23	391	10,8
			70			10		
Т1 1 пр. 2-3 пр.	15	113	30	300	29	23	391	10,8
			70			10		

2.5 Выбор сварочного оборудования

При дуговой сварке в среде углекислого газа сварочная дуга имеет возрастающую вольт - амперную характеристику. Для обеспечения стабильности процесса и устойчивости работы энергетической системы источник питания – дуга – ванна требуется источник питания дуги с жесткой или пологопадающей внешней вольт - амперной характеристикой. Так же необходимо, чтобы источник обеспечивал рассчитанные параметры режимов сварки и позволял производить бесперебойную работу.

Принимаем для осуществления механизированной сварки в CO₂ Сварочный инверторный цифровой полуавтомат Aristo™ Mig u4000i, так как он соответствует всем требованиям предъявляемым для качественной сварки, так же он подходит под назначенные режимы сварки.

Комплекс Aristo™Mig 4000i состоит из источника и выносного подающего механизма. Предназначена для полуавтоматической сварки изделий и конструкций с повышенными требованиями по качеству. Выпрямитель выполнен по инверторной технологии. Все внутренние и внешние связи между блоками системы осуществляются по цифровой технологии, гарантирующей высокую скорость и надежность передачи данных. Системы комплектуются блоком водяного охлаждения, подсоединенным к системе энергосбережения источника. Основные характеристики приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Основные параметры сварочных комплексов [10]

	Aristo™ Mig u4000i
Максимальная мощность, кВт	24,6
Пределы регулирования тока, А	16 - 400
Диаметр проволоки, мм	0,6 – 1,6
Габариты, мм	800x450x1350
Вес, кг	57

2.6 Разработка модели челюстей грейфера

Разработана 3Д модель челюстей грейфера (рисунке 7).

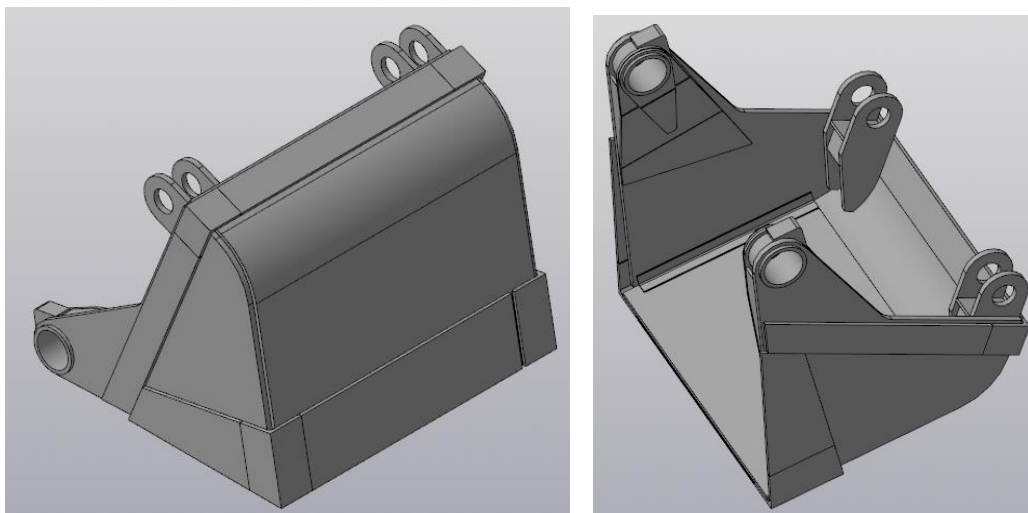


Рисунок 7 – Модель челюстей грейфера

Комплект чертежей общего вида совместно со спецификацией выполнен на формате А3 и приложен к пояснительной записке в приложении Б.

3 Технологическая часть

3.1 Заготовительные операции

Изготовление челюстей грейфера включает следующие операции: разметку, резку, обработку кромок, гибка и очистку под сварку.

Для изготовления элементов челюстей используются листы из стали 10ХСНД по ГОСТ 19282-73 [2] толщиной 16, 20, 30 мм.

Листы поступают в цех пачками и транспортируются на место хранения мостовым краном и складировются большие листы на стеллажах вертикалом, а маленькие на подкладках в горизонтальном положении.

Разметку под резку производят по шаблонам для небольших заготовок и по линейке для больших заготовок.

Заготовки имеют сложную форму и достаточно большую толщину металла, поэтому в качестве станка для резки принимаем промышленный лазерный раскройный комплекс для резки металла с ЧПУ P3015-10кВт с волоконным лазером IPG, технические характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики лазерного раскройного комплекса для резки металла с ЧПУ P3015-10кВт [10]

Характеристика	Значение
Рабочее поле, мм	3000x1524
Максимальная нагрузка на стол, кг	900
Габаритные размеры станка, мм	9950x3050x2300
Вес станка, кг	8300
Лазерный источник	10000 Вт, IPG
Лазерная режущая головка	BodorGenius
Общая потребляемая мощность	25KW/60A

Для раскроя профильного проката принимаем ленточнопильный станок Jet HBS-916W 414468T. Техническая характеристика приведена в таблице 8.

Таблица 8 – Техническая характеристика ленточнопильного станка [10]

Параметр	Значения
Зона обработки при 90°	Ø225, мм, Ø225x355 мм
Зона обработки при 45°	Ø180, мм, Ø180x155 мм
Скорость движения полотна	25, 40, 52, 72 м/мин
Размеры ленточного полотна	27 x 0,9 x 3035 мм
Диапазон поворота губок тисков	0°-45°
Диаметр шкивов	330 мм
Высота рабочего стола	635 мм
Объем бака для СОЖ	16 л
Выходная мощность	1,1 кВт / S1 100%
Потребляемая мощность	2,1 кВт / S6 40%
Габаритные размеры (ДxШxВ)	1650 x 710 x 1060 мм
Масса	285 кг

Производится раскрой заготовок согласно приложению В.

Перед тем как отправлять детали на механосборочный участок для сборки и сварки. Необходимо удалить град с кромок деталей углошлифовальной машиной.

3.2 Технологический процесс сборки и сварки челюстей грейфера

Процесс сборки и сварки можно условно разделить на два этапа: сборка бокой части челюстей (рисунок 8) и полная сборка челюстей (рисунок 9).

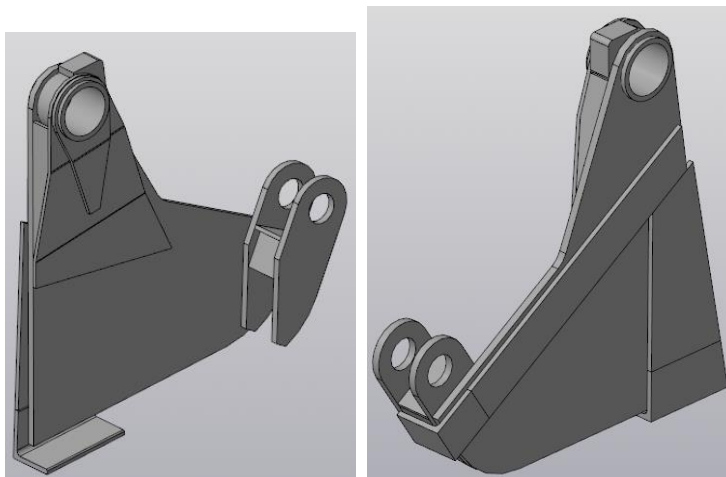


Рисунок 8 – Сборка боковой части челюст грейфера

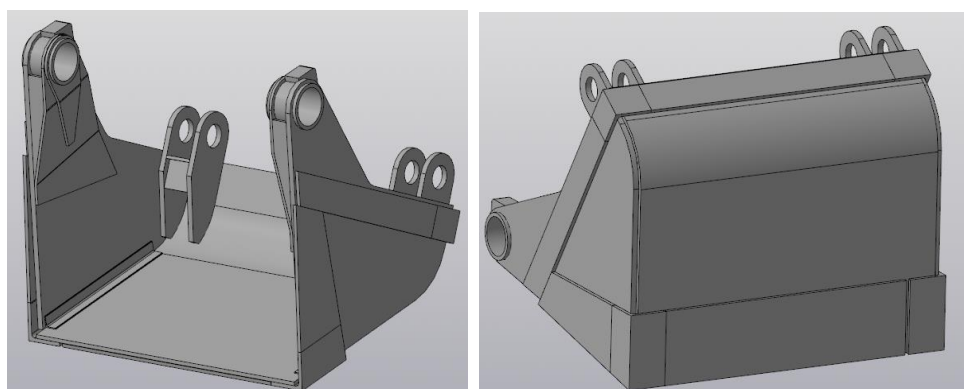


Рисунок 9 – Полная сборка челюстей

Последовательность операций сборки и сварки представлена в маршрутном описании технологического процесса в приложении А.

3.3 Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями

Собственные напряжения различаются: по времени существования, по характеру распределения, по объему изделия и по направления в пространстве. Напряжения подразделяют на временные и остаточные. Остаточные напряжения возникают вследствие неравномерного нагрева и вызывают пластические деформации и структурные превращения. Сварочные напряжения всегда являются объемными. Они часто достигают в отдельных участках сварного соединения предела текучести.

При статических нагрузках остаточные сварочные напряжения не влияют на прочность сварных соединения. Однако, конструкции из высокопрочных

сталей весьма чувствительны к наличию остаточных напряжений. Влияние остаточных напряжений на усталостную прочность увеличивается при наличии концентраторов напряжения в виде подрезов, непроваров и т. д. Возникновение остаточных сварочных напряжений можно предотвратить снижением степени неравномерности нагрева изделия при сварке. Поэтому надо выбирать режим, обеспечивающий более равномерный нагрев изделия по сечению. Деформации сварных конструкций можно подразделить на:

- продольное укорочение шва и околошовной зоны;
- поперечная усадка шва и околошовной зоны;
- скручивание, вследствие неодновременности наложения поясных швов, разной жесткости сечения по осям симметрии и наличия полей остаточных напряжений в элементах конструкций до сварки;
- угловые деформации, возникающие в результате поперечной усадки швов.

Мероприятия по уменьшению сварочных деформаций:

- конструктивные – сечения сварных швов назначают минимальным по условиям прочности; швы необходимо располагать симметрично и возможно ближе к оси, проходящей через центр тяжести сечения, для уравнивания деформаций; в пространственно развитых конструкциях целесообразно применять вспомогательные элементы в виде ребер жесткости, диафрагм, косынок, распоров; предусматривать возможности использования зажимных сборочно-сварочных приспособлений; количество швов в конструкции должно быть по возможности минимальным.
- технологические меры - назначение оптимального режима сварки, с тем чтобы зона разогрева была минимальной; правильный порядок выполнения швов; при выполнении швов большой протяженности использовать обратнo-ступенчатый способ сварки; применение способа обратных деформаций [14].

3.4 Контроль и исправление брака

Для контроля швов грейферного ковша используется визуально-измерительный контроль (ВИК) и ультразвуковой контроль (УЗК).

Визуально измерительный контроль, далее ВИК – один из основных методов неразрушающего контроля, основан на возможностях зрения определять поверхностные дефекты. Контроль проводят в соответствии с инструкцией по визуальному и измерительному контролю РД–03–606–03 [15].

ВИК проводят на стадиях:

- входного контроля;
- подготовки деталей и сборочных единиц к сварке;
- процесса сварки;
- контроля готовых сварных соединений;
- оценки состояния материала и сварных соединений в процессе эксплуатации.

Обнаружение поверхностных дефектов происходит невооруженным глазом или с использованием визуально–оптических приборов до двадцатикратного увеличения.

Для измерения применяются измерительные приборы, внесенные в Государственный реестр средств измерений. Измерительные приборы и инструменты для проведения контроля должны проходить проверку или калибровку в метрологических службах, аккредитованных Госстандартом России.

При ВИК применяют:

- лупы, и измерительные;
- линейки измерительные металлические;
- угольники поверочные 90 градусные лекальные;
- штангенциркули, штангенрейсмасы и штангенглубиномеры;
- щупы;
- микрометры;

- шаблоны, в том числе специальные и универсальные;
- штриховые меры длины (стальные измерительные линейки, рулетки) [10].

При визуальном измерительном контроле определяют следующие типы дефектов: трещины; поверхностные поры; усадочные раковины сварного шва (кратер); свищ; подрезы; и разнообразные отклонения формы шва.

Ультразвуковой контроль, далее УЗК, основан на механических колебаниях частиц. Ультразвуковая волна, создаваемая пьезоэлектрическим преобразователем, проникает в глубь металла и обнаруживая на своем пути дефекты отражается и принимается преобразователем. Данные обрабатываются ультразвуковым прибором и отображаются на экране в виде диаграмм.

УЗК проводится в соответствии с ГОСТ 14782–86 "Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые" [16] УЗК проводят с целью выявления трещин, непроваров, несплавлений, пор, шлаковых и инородных включений в сварных швах, а также, трещин и расслоений в околошовных зонах основного металла резервуаров.

УЗК проводят ручным методом или механизированным способом. Механизированный или автоматизированный способ набирает большую популярность в неразрушающем контроле. В данном проекте большое количество сварных соединений проверяется методом УЗК, поэтому рекомендуется проводить УЗК механизированным способом, в качестве прибора будем использовать ультразвуковой дефектоскоп на фазированных решётках HARFANG VEO.

Дефектоскоп обеспечивает высокую производительность контроля изделий из металла за счёт применения многоканальных преобразователей на фазированных решётках, в том числе роликового типа. Для обеспечения акустического контакта применяют специальные контактные смазки, в том числе, специализированные пасты, гели отечественного и зарубежного производства, или контактные смазки на основе технических смазок и масел. Это гораздо экономичнее чем использование радиографического метода.

Достоинства УЗК: высокая выявляемость плоскостных дефектов; высокая точность местонахождения дефектов; высокая скорость сканирования в механизированном методе; возможность сохранять результаты контроля и выводить информацию на любые носители; экономичность метода.

К недостаткам УЗК можно отнести: наличие мертвой зоны в области малых толщин исследуемых объектов; трудность идентификации результатов контроля; необходимость механической подготовки к контролю, шероховатость поверхности не менее Rz40.

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность разработки технологического процесса изготовления челюстей грейфера с использованием механизированной сварки в углекислом газе.

4.1 Определение норм времени на сварку

Техническое нормирование производится в целях установления необходимых затрат времени на выполнение заданной работы в определенных организационно-технических условиях при полном и эффективном использовании средств в производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Нормирование механизированной и ручной дуговой сварки проводим по методике А.Д. Гитлевича Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах [17]. Рассчитаем основное время для каждого типа соединения (таблица 9).

Таблица 9 – Основное время для сварки в среде защитных газов и ручной дуговой сварки (на один стык)

Исходные данные	Сравниваемые способы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизированная в защитном газе
Скорость сварки, м/ч для $F_H=30 \text{ мм}^2$;	7	23
для $F_H=70 \text{ мм}^2$	4	10

Определение основного времени на сварку производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}}, \quad (33)$$

где $V_{св}$ - скорость сварки шва для данного типоразмера, м/ч.

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для РДС:

Стыковое С17

$$t_{01} = \frac{60}{7} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} = 69 \text{ мин.}$$

Угловое У5 Δ20

$$t_{02} = \frac{60}{7} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} = 69 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ20

$$t_{03} = \frac{60}{7} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} = 69 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ16

$$t_{04} = \frac{60}{7} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} = 54 \text{ мин.}$$

Тавровое Т1 Δ15

$$t_{05} = \frac{60}{7} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} + \frac{60}{4} = 54 \text{ мин.}$$

Посчитаем общее время:

$$t_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} + t_{05} = 69 + 69 + 69 + 54 + 54 = 315 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (33) и получаем для механизированной сварки (МС):

Стыковое С17

$$t_{01} = \frac{60}{23} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} = 21 \text{ мин.}$$

Угловое У5 Δ20

$$t_{02} = \frac{60}{23} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} = 21 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ20

$$t_{03} = \frac{60}{23} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} = 21 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ16

$$t_{04} = \frac{60}{23} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} = 15 \text{ мин.}$$

Тавровое Т1 Δ15

$$t_{05} = \frac{60}{23} + \frac{60}{10} + \frac{60}{10} = 15 \text{ мин.}$$

Посчитаем общее время:

$$t_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} + t_{04} + t_{05} = 21 + 21 + 21 + 15 + 15 = 93 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между РДС и МС, составляет 222 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 70 %.

Необходимые данные для расчета значений времени $t_{в.ш}$, $t_{в.из}$, а также коэффициента $k_{об}$ получены из [17] (таблица 10).

Таблица 10 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

Элементы работы	РДС	МС
Зачистка свариваемых кромок от налета и ржавчины перед сваркой	0,3	0,3
Зачистка сварного шва от окисных пленок	-	0,3
Зачистка околошовной зоны от брызг наплавленного металла	0,7	0,4
Осмотр и промер шва	0,37	0,3
Смена электродов	0,25	-
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку автомата	-	0,1
Подтягивание проводов	-	0,25
Зачистка шва от шлака после выполнения каждого прохода	0,6	-
Возврат сварщика в исходное положение	-	0,15
Откусывание огарков проволоки	-	0,1
Итого	2,2	1,9

Разница во вспомогательном времени сварки между РДС и МС, составляет 0,3 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 14 %.

Расчетные данные для вспомогательного времени, связанного с изделием и работой оборудования представлено в таблице 11.

Таблица 11 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

Элементы работы	РДС	МС
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	-	2,7
Установка, снятие и транспортировка изделия	4	4
Закрепление, открепление	-	0,5

Перемещения сварщика в исходное положение	0,2	-
Клеймение шва	0,21	0,21
Итого	4,41	7,41

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между РДС и МС, составляет 3 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 40 %.

Расчетные данные для подготовительно-заключительного времени, представлено в таблице 12.

Таблица 12 – Подготовительно-заключительное время для механизированной сварки и РД сварки

№ п/п	Содержание работы	Вид сварки	Сложность работы	
			простая	сложн.
Время на партию, мин				
1	Получение производственного задания, документации, инструктажа мастера, получение инструмента	автоматическая	4,0	6,0
2	Ознакомление с работой	автоматическая	3,0	5,0
		ручная	2,0	4,0
3	Подготовка к работе баллона с газом, подключение и продувка шлангов	автоматическая	4,0	4,0
4	Установка, настройка и проверка режимов сварки	автоматическая	3,0	3,0
		ручная	1,0	1,0
5	Подготовка рабочего места и приспособление к работе	автоматическая	4,0	7,0
		ручная	2,0	4,0
6	Сдача работы	автоматическая	2,0	3,0
		ручная	2,0	3,0

Для МС $t_{n.з} = 4 + 3 + 4 + 3 + 4 + 2 = 20$ мин;

Для РДС $t_{n.з} = 4 + 2 + 0 + 1 + 2 + 2 = 11$ мин.

Разница в подготовительно-заключительном времени между РДС и МС, составляет 9 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 45 %.

Расчетные данные для штучного времени, представлено в таблице 13.

Таблица 13 – Определим штучное время

Исходные данные	РДС	МС
t_0 – основное время на сварку, мин/м	315	93
$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	2,22	1,9
l – общая длина швов, м	$l_1 = 1,0; l_2 = 3,0; l_3 = 3,5; l_4 = 4,5; l_5 = 1,0.$	
$t_{в.и.}$ –вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	4,41	7,41
$k_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,1	1,12

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_{об}, \quad (34)$$

где t_0 - основное время на сварку одного погонного метра шва, мин/м;

$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, зависящее от длины шва, в расчете на погонный метр, мин/м;

l - протяженность сварочного шва данного типоразмера, м;

$t_{в.и.}$ - вспомогательное время, зависящее от свариваемого изделия и типа сварочного оборудования, мин/изделие;

$k_{об}$ - коэффициент, учитывающий время обслуживания рабочего места и время на отдых и личные надобности (на автоматическую сварку – 1,15; на полуавтоматическую – 1,12; на ручную – 1,10);

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для РДС:

Стыковое С17

$$T_{шт_1} = [(69 + 2,22) \cdot 1 + 4,41] \cdot 1,1 = 83 \text{ мин.}$$

Угловое У5 Δ20

$$T_{шт_2} = [(69 + 2,22) \cdot 3 + 4,41] \cdot 1,1 = 240 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ20

$$T_{шт_3} = [(69 + 2,22) \cdot 3,5 + 4,41] \cdot 1,1 = 279 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ16

$$T_{шт_4} = [(54 + 2,22) \cdot 4,5 + 4,41] \cdot 1,1 = 283 \text{ мин.}$$

Тавровое Т1 Δ15

$$T_{шт3} = [(54 + 2,22) \cdot 1 + 4,41] \cdot 1,1 = 67 \text{ мин.}$$

Общее штучное время:

$$T_{шт} = T_{шт1} + T_{шт2} + T_{шт3} + T_{шт4} + T_{шт5} = 83 + 240 + 279 + 283 + 67 = 952 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (34) и получаем для МС:

Стыковое С17

$$T_{шт1} = [(21 + 1,9) \cdot 1 + 7,41] \cdot 1,12 = 34 \text{ мин.}$$

Угловое У5 Δ20

$$T_{шт2} = [(21 + 1,9) \cdot 3 + 7,41] \cdot 1,12 = 85 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ20

$$T_{шт3} = [(21 + 1,9) \cdot 3,5 + 7,41] \cdot 1,12 = 98 \text{ мин.}$$

Нахлесточное Н1 Δ16

$$T_{шт3} = [(15 + 1,9) \cdot 4,5 + 7,41] \cdot 1,12 = 94 \text{ мин.}$$

Тавровое Т1 Δ15

$$T_{шт3} = [(15 + 1,9) \cdot 1 + 7,41] \cdot 1,12 = 27 \text{ мин.}$$

Общее штучное время:

$$T_{шт} = T_{шт1} + T_{шт2} + T_{шт3} + T_{шт4} + T_{шт5} = 34 + 85 + 98 + 94 + 27 = 338 \text{ мин.}$$

Разница в штучном времени сварки между РДС и механизированной сваркой, составляет 614 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 64 %.

Расчетные данные для определения количества свариваемых резервуаров за смену, представлено в таблице 14.

Таблица 14 – Количество свариваемых челюстей грейфера за смену

Исходные данные	РДС	МС
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8
$T_{шт}$ – штучное время, мин	952	338

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \times 60}{T_{шт}}, \quad (35)$$

где $T_{см}$ - продолжительность одной рабочей смены, ч

$T_{шт}$ – штучное время, мин

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для РДС:

$$n = \frac{8 \times 60}{952} \approx 0,5 \text{ шт.}$$

Подставляем значения в формулу (35) и получаем для МС:

$$n = \frac{8 \times 60}{338} \approx 1,4 \text{ шт.}$$

Разница в размере партии между РДС и МС составляет 0,9 шт, что в процентном соотношении дает увеличение производительности на 64 %.

Расчетные данные для определения штучно – калькуляционного времени, представлено в таблице 15.

Таблица 15 – Штучно – калькуляционное время

Исходные данные	РДС	МС
$T_{шт}$ – штучное время	952	338
$t_{пз}$ – подготовительно – заключительное время	13	20
n – количество штук в смену	0,5	1,4

Для дуговой сварки в условиях серийного производства норма времени рассчитывается по формуле:

$$T_{шт} = T_{шт} + \frac{t_{пз.}}{n}, \quad (36)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{пз.}$ – подготовительно заключительное время

n – размер партии

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для РДС:

$$T_{шк} = 952 + \frac{13}{0,5} = 978 \text{ мин.}$$

Подставляем значения в формулу (36) и получаем для МС:

$$T_{шк} = 338 + \frac{20}{1,4} = 352 \text{ мин.}$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и МС, составляет 626 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 64 %.

Расчетные данные для определения массы наплавленного металла, представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные	РДС	МС
F – площадь наплавленного металла, мм ²		
Стыковое С17	203	203
Угловое У5 Δ20	250	250
Нахлесточное Н1 Δ20	200	200
Нахлесточное Н1 Δ16	128	128
Тавровое Т1 Δ15	113	113
l – длина шва, м	l ₁ = 1,0; l ₂ = 3,0; l ₃ = 3,5; l ₄ = 4,5; l ₅ = 1,0.	
γ - плотность наплавленного металла	7,8	7,8

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma, \quad (37)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ - плотность наплавленного металла.

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для РДС:

$$G_{н1} = 203 \times 1,0 \times 7,8 = 1583 \text{ г};$$

$$G_{н2} = 250 \times 3,0 \times 7,8 = 5850 \text{ г};$$

$$G_{н3} = 200 \times 3,5 \times 7,8 = 5460 \text{ г};$$

$$G_{н4} = 128 \times 4,5 \times 7,8 = 4493 \text{ г};$$

$$G_{н5} = 113 \times 1,0 \times 7,8 = 881 \text{ г}.$$

$$G_{\text{общ}} = 18,3 \text{ кг}.$$

Подставляем значения в формулу (37) и получаем для МС:

$$G_{н1} = 203 \times 1,0 \times 7,8 = 1583 \text{ г};$$

$$G_{н2} = 250 \times 3,0 \times 7,8 = 5850 \text{ г};$$

$$G_{н3} = 200 \times 3,5 \times 7,8 = 5460 \text{ г};$$

$$G_{н4} = 128 \times 4,5 \times 7,8 = 4493 \text{ г};$$

$$G_{н5} = 113 \times 1,0 \times 7,8 = 881 \text{ г}.$$

$$G_{\text{общ}} = 18,3 \text{ кг}.$$

Разница массе наплавленного металла между РДС и МС отсутствует.

4.2 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки

Рассматривается возможность изготовления сварного изделия с использованием альтернативных способов и средств сварки, которыми располагает предприятие и когда необходимо выбрать лучший процесс. В подобной ситуации выбор лучшего решения должен осуществляться на основе текущих затрат [17].

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- защитный газ;
- основная зарплата;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

4.2.1 Затраты на сварочные материалы

Основные данные по затратам на сварочные материалы представлены в таблице 17.

Таблица 17 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	РДС	МС
g_{nm} - масса наплавленного металла, кг/изд	18,3	18,3
k_n - коэффициент, учитывающий отношение веса проволоки к весу наплавленного металла	1,6	1,08
C_{cm} – цена электродов, руб/кг сварочной проволоки, руб/кг	155	90

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \cdot k_n \cdot C_{cm}, \quad (38)$$

где g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/изд

k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла

C_{cm} – цена электродов/ электродной проволоки, руб/кг

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для РДС:

$$C_{cm} = 18,3 \times 155 \times 1,6 = 4538 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (38) и получаем для МС:

$$C_{cm} = 18,3 \times 90 \times 1,08 = 1779 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между РДС и МС составляет 2759 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 61 %.

4.2.2 Затраты на защитный газ

Основные данные по затратам на защитный газ представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	Ручная дуговая покрытыми электродами	Механизованная сварка
$g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин	-	15
t_0 - основное время на сварку, мин/м	-	93
l - длина сварного шва, м/издел	-	13
$Ц_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л	-	0,033

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{газ} = g_{газ} \cdot t_0 \cdot l \cdot Ц_{газ}, \quad (39)$$

где $g_{газ}$ - норма расхода газа, л/мин

t_0 - основное время на сварку, мин/м

l - длина сварного шва, м/издел

$Ц_{газ}$ - цена за единицу газа руб/л

Подставляем значения в формулу (39) и получаем для МС:

$$C_{газ} = 0,033 \times 15 \times 13 \times 93 = 598 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между РДС и МС, составляет 598 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 100 %, т.к. при РДС защитный газ не применяется.

4.2.3 Затраты на заработанную плату рабочих

Основные данные по затратам на заработную плату рабочим представлены в таблице 19.

Таблица 19 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	РДС	МС
$C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	60000	60000
$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц $F_{мп} \approx 172$ часов/месяц	172	172

$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	978	352
---	-----	-----

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{мз} \cdot t_{шк}}{F_{мп} \cdot 60}, \quad (40)$$

где $C_{мз}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий;

$F_{мп}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

$t_{шк}$ – штучно–калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд.

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для РДС:

$$C_3 = \frac{60000 \times 978}{172 \times 60} = 5686 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для МС:

$$C_3 = \frac{60000 \times 352}{172 \times 60} = 2047 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между РДС и МС, составляет 3639 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 64 %.

4.2.4 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Основные данные по затратам на отчисления во внебюджетные фонды представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Отчисления на отчисления во внебюджетные фонды

Исходные данные	РДС	МС
$k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы	30,2 %	30,2 %
C_3 – Затраты на заработанную плату рабочих	477	427

Определение затрат на отчисления во внебюджетные фонды производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_з}{100}, \quad (41)$$

где $k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы;

$C_з$ – Затраты на заработную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (40) и получаем для РДС:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \times 5686}{100} = 1717 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (41) и получаем МС:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \times 2047}{100} = 618 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления во внебюджетные фонды между РДС и МС составляет 1099 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 64 %.

4.2.5 Затраты на электроэнергию

Основные данные по затратам на электроэнергию представлены в таблице 21.

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	РДС	МС
U – напряжение, В	24	29
I – сила тока, А	100	300
t_o - основное время сварки, мин/м	315	93
l – длина сварного шва, м/изд	13	
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,8	0,85
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб	5,85	5,85

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \text{Ц}_{эл}, \quad (42)$$

где U – напряжение, В;

I – сила тока, А;

t_o – основное время сварки, мин/м;

l – длина сварного шва, м/изд;

η – коэффициент полезного действия источника питания;

$\text{Ц}_{эл}$ – стоимость 1 квт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для РДС:

$$C_{эм} = \frac{24 \times 100 \times 315 \times 13 \times 5,85}{0,8 \times 60 \times 1000} = 1198 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (42) и получаем для МС:

$$C_{эм} = \frac{29 \times 300 \times 93 \times 13 \times 5,85}{0,85 \times 60 \times 1000} = 1207 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и механизированной сваркой, составляет 9 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 1 %.

4.2.6 Затраты на ремонт оборудования

Основные данные по затратам на ремонт оборудования представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	РДС	МС
Ц_j – цена оборудования соответствующего вида	8900	120000
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{шк}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд	978	352
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч (в 2020 при 8 часовом р. д.)	1984	1984
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{ук}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (43)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт;

$t_{ук}$ – штучно– калькуляционное время на выполнение операции, мин\изд;

$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования.

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для РДС:

$$C_p = \frac{8900 \cdot 0,25 \cdot 978}{1984 \cdot 0,8 \cdot 60} = 23 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (43) и получаем для механизированной сварки:

$$C_p = \frac{120000 \cdot 0,25 \cdot 352}{1984 \cdot 0,8 \cdot 60} = 110 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между РДС и МС составляет 87 руб., что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 79 %.

4.2.7 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Основные данные по текущим затратам представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Результаты расчетов

Наименование	РДС	Механизированная сварка	Разница (1)–(2)
1. Сварочные материалы			
Сварочная проволока	-	1779	-1779
Электроды	4538	-	+4538
2. Защитный газ	-	598	-598
3. Основная зарплата	5686	2047	+3639
4. Отчисления во внебюджетные фонды	1717	618	+1099

5. Электроэнергия	1198	1207	-9
6. Ремонт	23	110	-87
Итого	13162	6359	+6803

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одно изделие между РДС и МС составляет 6803 руб, что в процентном соотношении дает снижение затрат на 52 %.

Проведен технико–экономический анализ процесса изготовления челюстей грейфера ручной дуговой сваркой и механизированной сваркой в среде углекислого газа.

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и механизированной сваркой, составляет 626 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 64 %.

По затратам на сварку изделия выгодна механизированная сварка. Она обходится дешевле на 6803 руб. Можно сделать вывод, что применение механизированной сварки в среде углекислого газа экономически оправдано.

5 Социальная ответственность

В данном разделе решается вопрос охраны труда сварщика на стадии сборки и сварки челюстей грейфера.

Цех по производству грейферных ковшей, находится в г.Томске. Общий размер цеха составляет 2500 м². Рабочее место на сварочном участке, занимает площадь 210 м². Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика должна быть не меньше 4,5 м².

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Согласно ТК РФ, №197 - ФЗ каждый работник сварочного участка имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;

– личное участие или участие через своих представителей в рассмотрении вопросов, связанных с обеспечением безопасных условий труда на его рабочем месте, и в расследовании происшедшего с ним несчастного случая на производстве или профессионального заболевания;

– внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;

– гарантии и компенсации, установленные в соответствии с ТК РФ, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда;

– повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

5.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование сварочного полуавтомата EWM Saturn 301 FKG с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [18]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 24.

Таблица 24 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [18])	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработ ка	Изгото вление	Эксплу атация	
1. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, 2016 [19] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003 [20]
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности [21] СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996 [22]
3. Неудовлетворительный микроклимат	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [23]; СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996 [24]
4. Поражение электрическим током	+	+	+	ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ПУЭ). Седьмое издание, 2002 [25] ГОСТ Р 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [26]
5. Вредные вещества	-	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [23];
6. Психофизические факторы	+	+	+	ч.2 ст.159 гл.22 «Нормирования труда» Трудового Кодекса РФ
7. Высокая температура поверхностей оборудования	-	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996 [24]
8. Движущиеся машины и механизмы	-	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности [27] ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности [28]

5.2.1 Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещенности рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк [19].

Станки должны быть снабжены пристроенными или встроенными устройствами местного освещения зоны обработки, напряжением не более 24 В. Местное освещение должно иметь индивидуальный выключатель, расположенный в месте удобном для обслуживания.

Для производственных помещений коэффициент пульсаций освещенности (K_p) должен быть не больше 10%. В целях уменьшения пульсаций ламп, их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

Освещение на рабочем месте при сварке грейферного ковша соответствует допустимым нормам.

5.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека. Шум ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации.

Методы установления предельно допустимых шумовых характеристик оборудования для сварки изложены в ГОСТ 12.1.035–81 [31]. По характеру спектра в помещении присутствуют широкополосные шумы. Источник шумов – электродвигатели в системе охлаждения, слесарное оборудование. Для рабочих помещений административно-управленческого персонала производственных предприятий и лабораторий уровень шума не должен превышать 50 дБА, ГОСТ 12.1.003-2014 [21].

Уменьшение влияния данного фактора возможно путём:

- 1) Изоляции источников шумов.
- 2) Проведение акустической обработки помещения.
- 3) Создание дополнительных изоляционных перегородок.

Уровень шума на рабочем месте при сварке грейферного ковша соответствует допустимым нормам.

5.2.3 ПДК вредных веществ

При выполнении сварочных работ используется присадочная проволока Св-08Г2С и углекислый газ высшего сорта.

По ГОСТ 12.1.005-88 [27] установлены предельно допустимые концентрации вредных веществ $q_{пдк}$ (мг/м³) в воздухе рабочей зоны производственных помещений. Вредные вещества по степени воздействия на организм человека подразделяются на четыре класса. Сварочные работы относятся к 1 классу опасности. Сварочная пыль на 99 % состоит из частиц размером 10-3...1 мкм, около 1% – 1...5 мкм, частицы размером более 5 мкм составляют всего десятые доли процента. Химический состав выделяющихся при сварке загрязнений зависит в основном от состава сварочных материалов (проволоки, покрытий, флюсов) и в меньшей степени от состава свариваемых металлов. В состав сварочного аэрозоля входят соединения хрома, марганца, фториды и др.

Пыль, образующаяся при сварке, а также шлифовании, может быть причиной профзаболеваний. Наиболее частыми являются: пылевой бронхит, пневмокониоз, бронхиальная астма, профессиональная экзема, нейротоксикоз (интоксикация марганцем).

Концентрация вредных веществ в рабочей зоне, при данном виде сварки, представлена в таблице 25.

Таблица 25 – Концентрация вредных веществ в рабочей зоне [27]

Вредные вещества	Концентрация в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	Предельно допустимая концентрация, мг/м ³
Марганец	0,1-0,22	0,2
Озон	0,05-0,1	0,1
Оксид железа	3,-6,5	6,0
Оксид углерода	4,5-7,0	20
Оксид азота	1,5-3,0	5,0

При производстве сварочных работ высокая температура дуги (6000-80000 С°) неизбежно приводит к тому, что часть сварочной проволоки переходит в парообразное состояние. Эти пары, попадая в атмосферу цеха, конденсируются и превращаются в аэрозоль, частицы которой по дисперсии приближаются к дымам и легко попадают в дыхательную систему сварщиков.

Признаками отравления обычно являются: головокружение, головные боли, тошнота, рвота, слабость, учащенное дыхание и др. Отравляющие вещества могут также откладываться в тканях организма человека и вызывать хронические заболевания.

Мероприятиями по борьбе с загрязнениями воздуха служат внедрение новых марок покрытий электродов и порошков с наименьшими токсичными свойствами; приточно-вытяжная вентиляция; устройство передвижных отсосов; приток свежего воздуха от воздухопроводов через электрододержатель или шлем; пользование респиратором с химическим фильтром, а иногда и противогазом.

ПДК вредных веществ на рабочем месте при сварке грейферного ковша соответствует допустимым нормам.

5.2.4 Микроклимат

Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны должны соответствовать СанПиН 2.2.4.548-96 в соответствии категорией

выполняемых работ. Работа сварщика по тяжести труда относится к III категории работ, тяжелая - затраты энергии составляют 291 - 349 Вт (251 - 300 ккал / ч).

Оптимальные и допустимые нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха для проведения производственных (в т.ч. сварочных) работ приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Оптимальные и допустимые микроклиматические условия в рабочей зоне для помещений (согласно СанПиН 2.2.4.548-96)

	Время года	Категория тяжести работ	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м / с
Оптимальные параметры	Холодная	Тяжелая - III	16-18	40-60	0,3
	Теплая		18-20	40-60	0,4
Допустимые параметры	Холодная	Тяжелая - III	13-19	75	0,5
	Теплая		15-26	75	0,6-0,5

Микроклимат производственных помещений поддерживается на оптимальном уровне системой водяного центрального отопления, естественной вентиляцией, а также искусственным кондиционированием и дополнительный подогревом в холодное время года.

Микроклимат на рабочем месте сварщика соответствует допустимым нормам.

5.2.5 Психофизические факторы

Психофизиологические опасные и вредные производственные факторы по характеру действия подразделяются на следующие [18]:

- а) физические перегрузки;
- б) нервно-психические перегрузки.

Физические перегрузки подразделяются на:

- статические;
- динамические.

Нервно-психические перегрузки подразделяются на:

- умственное перенапряжение;
- перенапряжение анализаторов;
- монотонность труда;
- эмоциональные перегрузки.

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам.

Статические и динамические физические нагрузки у сварщиков при ручной и полуавтоматической сварке вызывают перенапряжение нервной и костно-мышечной систем организма. Статические нагрузки зависят от массы сварочного инструмента (электрододержателя, шлангового держателя полуавтомата), гибкости шлангов и проводов, длительности непрерывной работы и поддержания рабочей позы (стоя, сидя, полусидя, стоя на коленях, лежа на спине).

Наибольшие физические нагрузки испытываются при выполнении сварочных работ полусидя и стоя при сварке в потолочном положении или лежа на спине в труднодоступных местах.

Динамическое перенапряжение связано с выполнением тяжелых вспомогательных работ: доставка на рабочее место заготовок, сварочных материалов, подъем и переноска приспособлений, поворот свариваемых узлов.

Такие нагрузки приводят к утомляемости сварщиков и ухудшению качества сварных швов.

Нервно-психические нагрузки приводят к перенапряжению зрительных анализаторов и возникновению нервно-эмоционального напряжения у сварщиков. Эти нагрузки зависят от напряжения зрения, вызванного непрерывными наблюдениями за недостаточно контрастными элементами зоны сварки небольших размеров (сварочная ванна, зазор в стыке, глубина кратера, шов, затвердевает и т.д.), ответственностью за высокое качество сварных соединений и сложностью работы. Перенапряжение зрительных анализаторов может привести к усталости и как следствие - к нарушению сократительной функции мышц глаз. Нервно-эмоциональное напряжение может нарушить функциональное состояние сердечно-сосудистой и центральной нервной систем (повышение артериального давления, изменение латентного (скрытого) периода двигательной-моторной реакции).

Профилактика физиологической перегрузки: механизация и автоматизация труда, рационализация рабочей позы, производственная гимнастика, временное переключение на другую работу, обучение правильным методам и приемам работы, периодические медицинские осмотры и др.

Профилактика переутомления:

1) Технологические меры - создание наиболее благоприятных технологических условий для уменьшения утомляемости (механизация, автоматизация, улучшение технических характеристик аппаратуры, инструментов и т.д.)

2) Рационализация трудового процесса (экономичность, ритмичность, перерывы, отдых и т.д.). Режим работы играет важную роль и определяется тяжестью работы: чем тяжелее работа, тем перерывы чаще и короче. В течение рабочего дня необходим большой перерыв (обеденный). Хороший эффект дает также производственная гимнастика.

3) Рационализация санитарно-гигиенических условий. Повышение квалификации (тренированности) работников. Высоквалифицированные

рабочие обычно утомляются позже. Использование РСЯ при сварочных работах значительно сокращает физические перегрузки и утомление работников.

5.2.6 Поражение электрическим током

Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) [25] все электроустановки по условиям электробезопасности принято разделять на 2 группы:

- электроустановки напряжением до 1000 В (1 кВ);
- электроустановки напряжением выше 1000 В (1 кВ).

Для выполнения сварки используется сварочный полуавтомат EWM Saturn 301 FKG, который работает от напряжения 380 В, а также УШМ, работающая от напряжения 220 В., следовательно, оборудование относится к 1 категории опасности [25].

Наиболее распространенными причинами электротравматизма являются:

- появление напряжения там, где его в нормальных условиях быть не должно (на корпусах оборудования, на металлических конструкциях сооружений и т.д.); чаще всего это происходит вследствие повреждения изоляции;

- возможность прикосновения к незаземленным токоведущим частям при отсутствии соответствующих ограждений;

- воздействие электрической дуги, возникающей между токоведущей частью и человеком в сетях напряжением выше 1000 В, если человек окажется в непосредственной близости от токоведущих частей;

- прочие причины: несогласованные и ошибочные действия персонала, подача напряжения на установку, где работают люди, оставление установки под напряжением без надзора, допуск к работам на отключенном электрооборудовании без проверки отсутствия напряжения и т.д. В качестве обеспечения вопросов электробезопасности для роботизированной ячейки наиболее актуальны:

- предохранительные устройства;

- устройства автоматического отключения - оградительные, изолирующие устройства и покрытия;

- оградительные, изолирующие устройства и покрытия;

- устройства автоматического контроля и сигнализации;

- устройства защитного заземления и зануления;

Во избежание поражения электрическим током непосредственно на рабочем месте сварщика необходимо соблюдать следующие правила:

- не прикасаться к арматуре общего освещения, электрическим проводам, к неизолированным и неогражденным токоведущим частям электрических устройств, аппаратов и приборов;

- в случае обнаружения нарушения изоляции электропроводок, открытых токоведущих частей электрооборудования или нарушения заземления оборудования немедленно сообщить об этом руководителю смены;

- не наступать на переносные электрические кабели, лежащие на полу;

- не снимать ограждения и защитные кожухи с токоведущих частей оборудования, аппаратов и приборов, не открывать двери электрораспределительных шкафов, не класть в них никаких предметов;

- не производить самому ремонт электрооборудования, сварочных аппаратов, светильников, замену электроламп и электрозащиты. Эти работы должен выполнять только ремонтный персонал, аттестованный на соответствующую группу по электробезопасности;

- при перерыве в подаче электроэнергии и уходе с рабочего места, хотя и на короткое время, обязательно выключить сварочное оборудование.

Электробезопасность на рабочем месте при сварке грейферного ковша соответствует допустимым нормам.

5.2.7 Высокая температура поверхностей оборудования

Сварочные работы сопровождаются повышенной температурой обрабатываемого материала, изделий, наружных поверхностей оборудования и

внутренних поверхностей замкнутых пространств, а так же наличием расплавленного металла.

Причины опасного воздействия горячие поверхности, связанные с рабочим органом, оборудованием или обрабатываемой деталью.

Последствия воздействия ожоги (от горячего или холодного) и лучевое поражение.

Для предотвращения получения ожогов при сварочных работах используются индивидуальные средства защиты.

При электросварочных работах основным таким приспособлением является защитная маска, смотровое отверстие которой оснащено светофильтром, задерживающим инфракрасные и ультрафиолетовые лучи и снижающим яркость светового потока дуги [25].

Для защиты от ожогов кожного покрова применяют брезентовую спецодежду и рукавицы, а для защиты ног используют кожаную (летом) или войлочную (зимой) обувь. Запрещается выполнять сварочные работы с закатанными рукавами и расстегнутым воротом. Спецодежда и обувь сварщика должны обеспечивать оптимальный теплообмен организма при работе с физическими нагрузками, эффективно защищать от брызг расплавленного металла и опасных метеофакторов, иметь оптимальные весовые характеристики, не стеснять свободу движений, отвечать эстетическим требованиям [25].

Для защиты окружающих от светового потока и искр расплавленного металла используют перегородки, переносные ширмы и т.д.

Использование средств индивидуальной защиты при работе на сварочном участке позволяет сократить воздействие вредных факторов на организм.

5.2.8 Движущиеся машины и механизмы оборудования

На рабочем месте по изготовлению челюстей грейфера применяется угловая шлифовальная машина, абразивный круг которой вращается со скоростью 7000 об/мин в больших диапазонах нагрузок. Соприкосновение с

движущимися частями оборудования может привести к перелому конечностей, ушибам, порезам.

Для обеспечения коллективной защиты следует использовать оградительные устройства и знаки безопасности. К средствам индивидуальной защиты относятся спец. одежда и защитные очки, маски.

В качестве профилактических мер планируется:

- систематически производить проверку наличия защитных ограждений с предупреждающими плакатами;
- проверку состояния оборудования и своевременное устранение дефектов.

5.3 Охрана окружающей среды

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными выбросами и отходами. Своевременные и организованные мероприятия по удалению и обезвреживанию отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, позволяют снизить вредное влияние на экологическую обстановку. Источники загрязнения окружающей среды в сварочном производстве:

- металлические отходы;
- вредные вещества, выделяемые при сварке (пыль, газ, аэрозоли окисей металлов, входящих в состав сварочных материалов).

Для утилизации металлических отходов используются специальные контейнеры. После наполнения контейнеров, отходы отправляются на переработку.

Предельно допустимая концентрация примесей в атмосфере на территории промышленного предприятия не должна превышать 30% вредных веществ.

Для очистки выбросов в атмосферу, производящихся на участке сборки и сварки, достаточно производить улавливание аэрозолей и газообразных

примесей из загрязнённого воздуха. Для улавливания аэрозолей и пыли выделяемых в процессе работы используется передвижное вытяжное устройство Sinotec SWELDex basic. Устройство оснащено фильтром предварительной очистки и основным фильтром (2 ступенчатая фильтрация) со степенью очистки $\geq 99.9\%$.

Утилизация отработанных люминесцентных ламп осуществляется специализированной организацией, имеющей лицензию на проведение подобного вида работ, путем составления договора, с данной организацией согласно действующим нормам по утилизации.

Согласно СТО 71.12.15 Сбор и транспортирование твердых бытовых отходов [32] утилизация твердых бытовых отходов (ТБО) предприятия осуществляется в специализированные контейнеры.

Затем происходит выгрузка ТБО из контейнеров (загрузка бункеров-накопителей с КГМ) в спецтранспорт, зачистка контейнерных площадок от просыпавшегося во время погрузки мусора и транспортировка их с мест сбора мусора на лицензированный объект утилизации (мусороперегрузочные станции, мусоросжигательные заводы, полигоны захоронения и т.п.).

5.4 Чрезвычайные ситуации

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 [33], ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

Во время сварочных работ в цеху могут возникнуть следующие аварийные ситуации:

- возникновение пожара, взрыва;
- поражение электрическим током.

При дуговой электросварке и особенно резке брызги расплавленного металла разлетаются на значительные расстояния, что вызывает опасность пожара. Поэтому сварочный участок должен сооружаться из негорючих материалов, а в местах проведения сварочных работ не допускается скопление смазочных материалов, ветоши и других легковоспламеняющихся материалов.

При возникновении аварии или аварийной ситуации работники сварочного участка и цеха обязаны прекратить работу, немедленно сообщить о случившемся руководителю работ и далее выполнять его указания.

При возникновении пожара сварщик должен:

- прекратить работу и отключить электрогазосварочное оборудование;
- выключить приточно-вытяжную вентиляцию;
- немедленно сообщить о пожаре руководителю работ и в пожарную охрану, указав точное место его возникновения;
- оповестить окружающих и при необходимости вывести людей из опасной зоны;
- приступить к ликвидации пожара, используя первичные средства пожаротушения.

Места производства сварочных работ должны быть обеспечены средствами пожаротушения. На сварочном участке используются следующие огнетушители:

- огнетушитель порошковый ОП-3(з);
- огнетушитель углекислотный ОУ-1.

Сварочный участок по изготовлению челюстей грейферного ковша относится к категории «Г» - умеренная пожароопасность. На данном участке должно размещаться не менее двух переносных огнетушителей. Огнетушители располагаются на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,35 м. Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, переходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей, согласно плана эвакуации. Персонал, отвечающий за проведение ремонтных работ и

работ, связанных с устранением последствий пожара должен быть обеспечен средствами индивидуальной защиты кожных покровов и органов дыхания.

В результате соблюдения всех нормативных требований и средств индивидуальной защиты участок сварки полностью соответствует [33].

В результате выполнения ВКР, проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

Данные мероприятия позволят повысить уровень безопасности на производстве и снизить риск возникновения профессиональных заболеваний, вызванных вредными факторами.

Рабочее место сварщика на участке по сварке грейферного ковша соответствует НТД.

Заключение

В результате выполнения ВКР была разработана технология изготовления челюстей грейферного ковша.

Для решения поставленной задачи были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного оборудования. Подобрано оборудование для заготовительных операций. Составлено маршрутное описание технологического процесса сборки и сварки.

Проведен технико-экономический анализ технологического процесса изготовления челюстей. Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между РДС и механизированной сваркой, составляет 626 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 64 %.

По затратам на сварку изделия выгодна механизированная сварка. Она обходится дешевле на 6803 руб. Можно сделать вывод, что применение механизированной сварки в среде углекислого газа экономически оправдано.

Для обеспечения безопасности производства были выявлены вредные и опасные факторы на сварочном участке и предложены меры по их устранению или защите от них.

Список используемых источников

1. РД 31.46.07-87 «Грейферы канатные для навалочных грузов. Типовые расчёты на прочность. Методика».
2. ГОСТ 24599-87 «Грейферы канатные для навалочных грузов. Общие технические условия».
3. Федоров Д.И. Рабочие органы землеройных машин. – М.: Машиностроение, 1990 – 360 с.
4. Алексеева, Т.В. Гидравлические машины и гидропривод мобильных машин /Алексеева Т.В., Галдин Н.С., Шерман Э.Б. – Новосибирск : Изд-во ун-та, 1994. – 212 с.
5. Патент 2469947 РФ, МПК В66С 3/16. Грейфер сферический / Бурый Г.Г.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия (СибАДИ)» (RU); №2011121711/11; заявл. 27.05.2011; опубл. 20.12.2012, Бюл. №35. – 9 с.
6. ГОСТ 19282-73 Сталь низколегированная толстолистовая и широкополосная универсальная. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3).
7. Марочник сталей и сплавов/ М.М.Колосков, Е.Т.Долбенко, Ю.В.Каширский и др.; Под общей ред. А.С.Зубченко – М.: Машиностроение, 2001.- 672 с.: ил.
8. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - Т.3/ Под ред. В.А. Винокурова. 1979. 567с., ил.
9. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия (с Изменениями N 1-5).
10. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с . с ил.

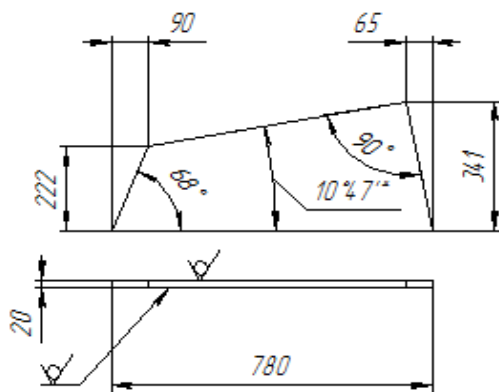
11. ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, с Поправкой).
12. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3).
13. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; НИТПУ. – Томск: Изд-во ТПУ, 2010. – 80 с.
14. Справочник сварщика. В.В. Степанов. — М.: Машиностроение, 1974 - Сварочное производство. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. № 4. 1991г.
15. РД–03–606–03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.
16. ГОСТ 14782–86 "Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые".
17. А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз, 1962 – 427 с.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, 2016.
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.
21. ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности.
22. СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996.
23. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
24. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.
25. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). Седьмое издание, 2002.

26. ГОСТ Р 12.1.019-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
27. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно – гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
28. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.
29. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности.
30. ГОСТ 12.3.009-76 ССБТ. Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности.
31. ГОСТ 12.1.035–81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование для дуговой и контактной электросварки. Допустимые уровни шума и методы измерений.
32. СТО 71.12.15 Сбор и транспортирование твердых бытовых отходов.
33. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения.

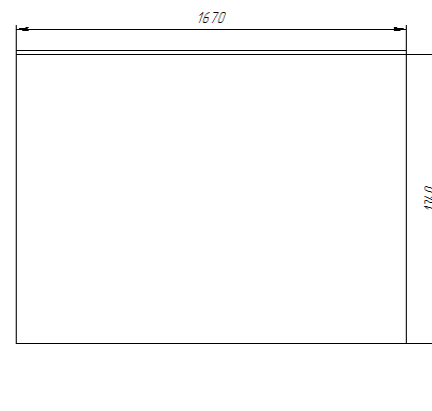
Приложение А
(обязательное)
Комплект технологической документации

Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											ФЮРА 02190.00012		7	1	
Разраб.	Сагеев А.В.			НИ ТПУ ИШНКБ			ФЮРА 400230.00001			ФЮРА 20190.0001					
Пров.	Гордынец А.С.			Группа 3-1В51											
Н.контр.	Технология изготовления челюстей грейфера											у			005

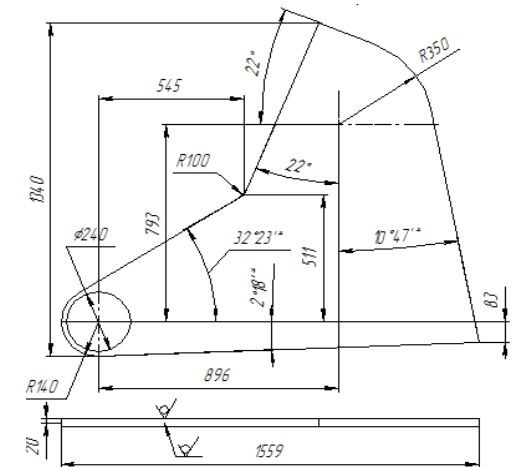
1-Планка



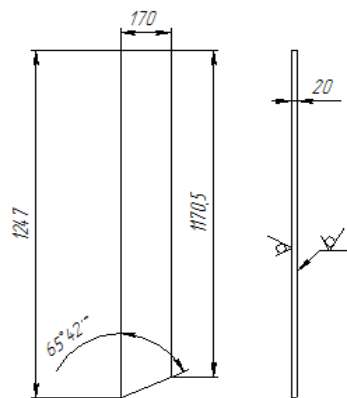
3-Стенка



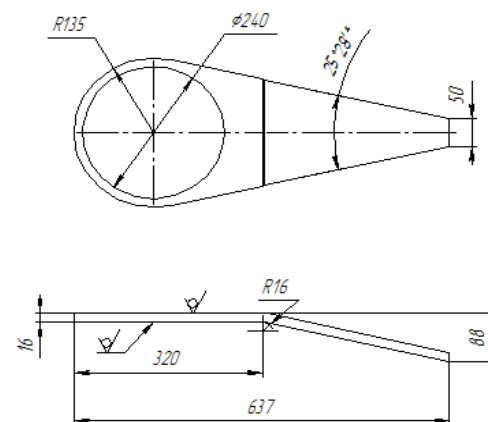
2-Обечайка



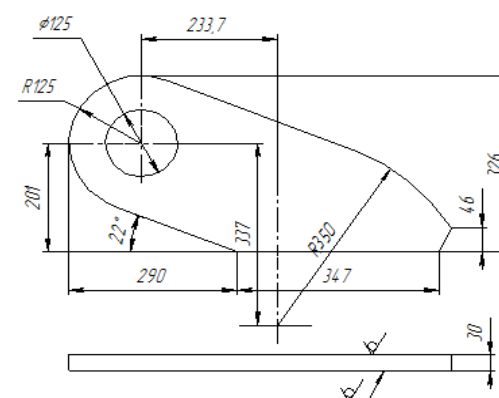
4-Планка



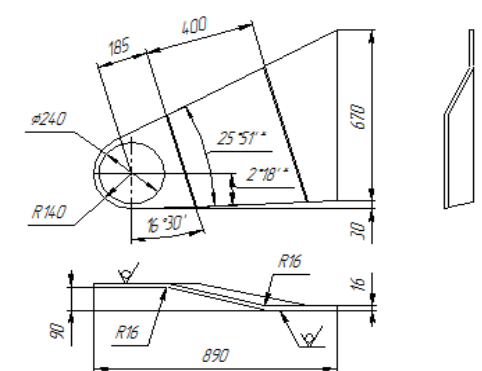
5-Ухо



6-Ухо



7-Ухо



КЭ

Карта эскизов

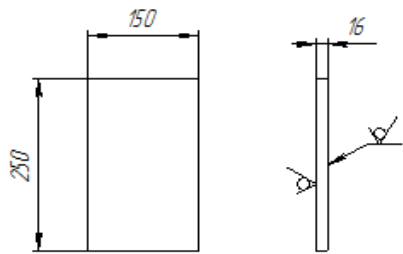
Дубл.															
Взам.															
Подл.															

ФЮРА 02190.00012

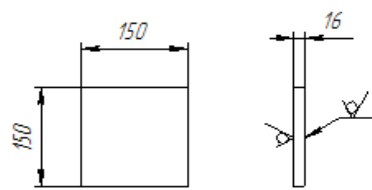
2

ФЮРА 20190.0002

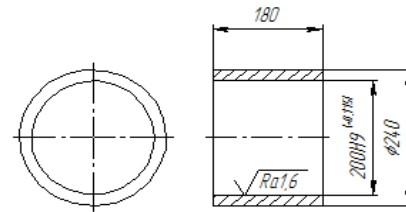
8-Планка



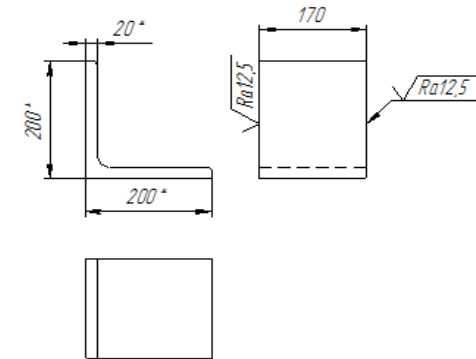
9-Планка



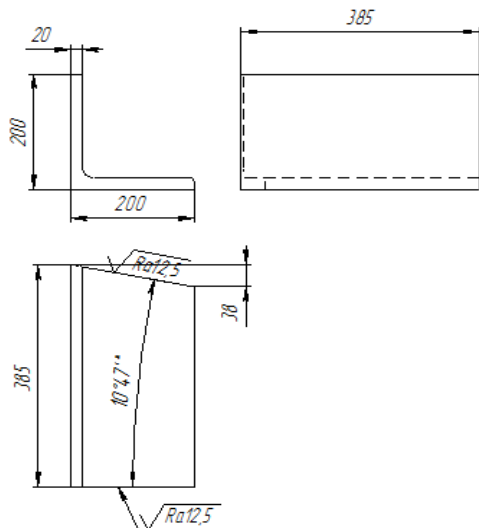
10-Втулка



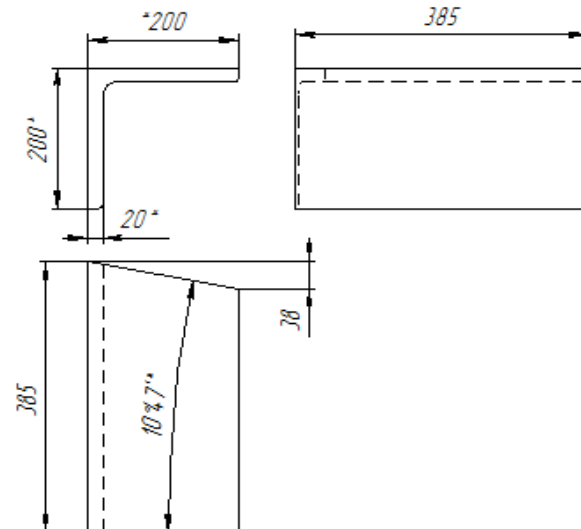
11-Уголок



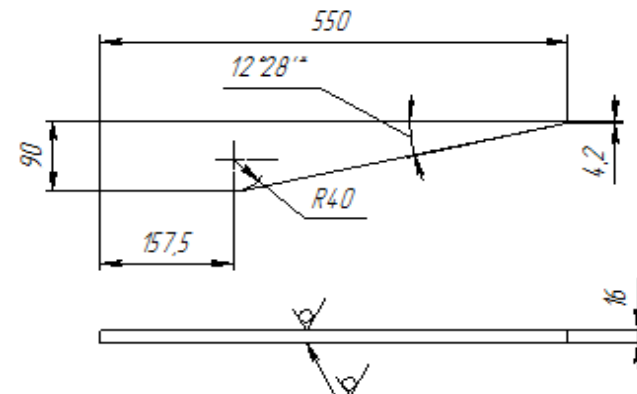
12-Уголок



13-Уголок



14-Ребро



КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

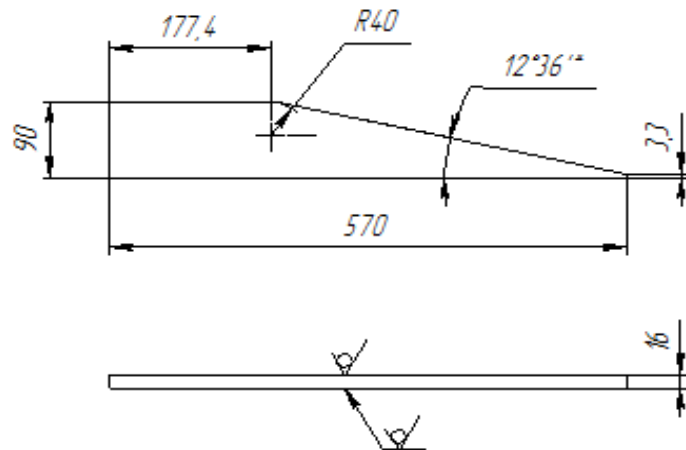
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.00012

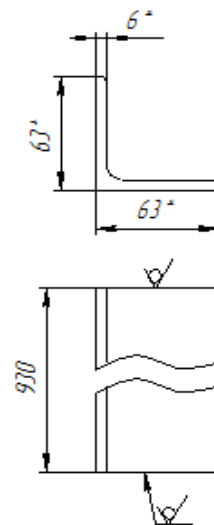
3

ФЮРА 20190.0003

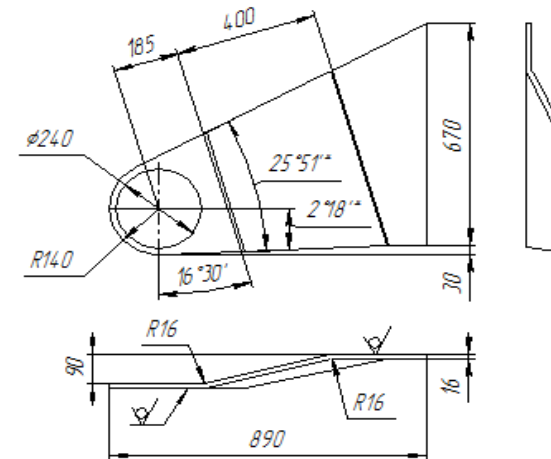
15-Ребро



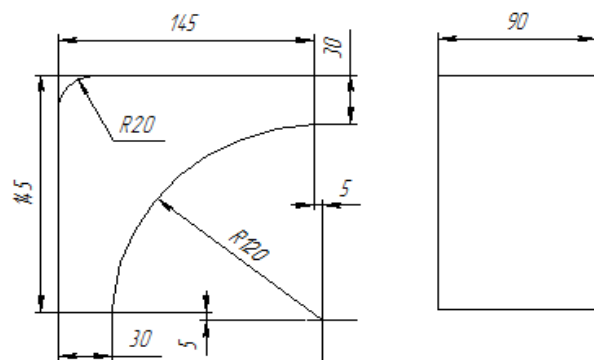
16-Уголок



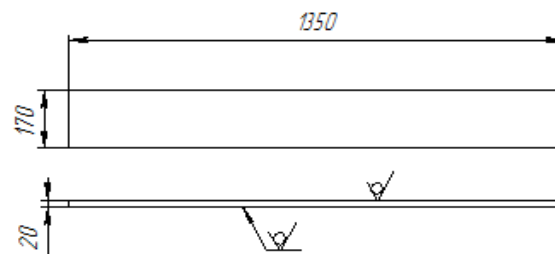
17-Ухо



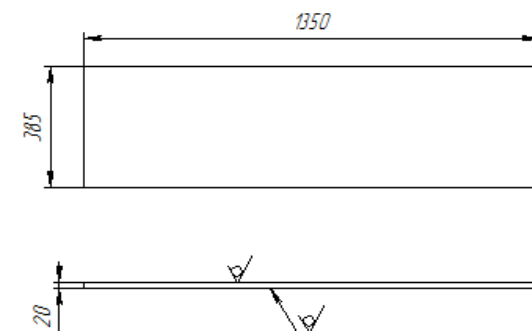
18-Сектор



19-Планка



20-Планка



КЭ

Карта эскизов

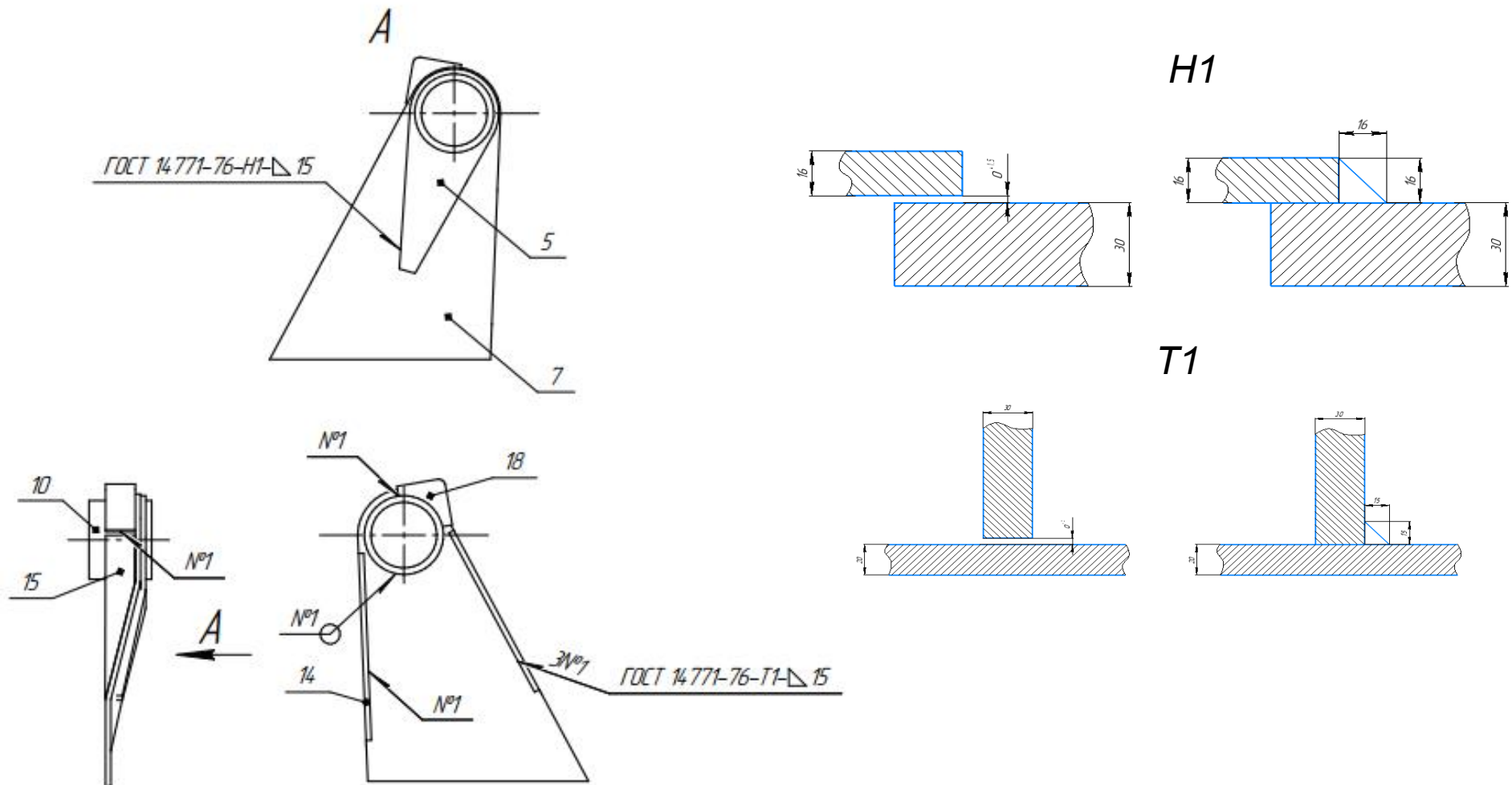
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ФЮРА 02190.00012

4

ФЮРА 20190.0004



КЭ

Карта эскизов

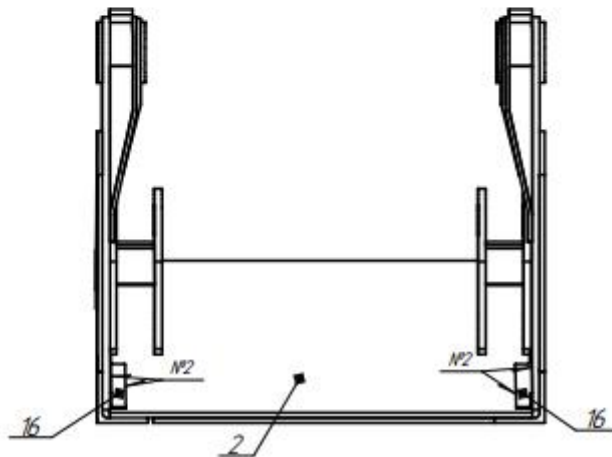
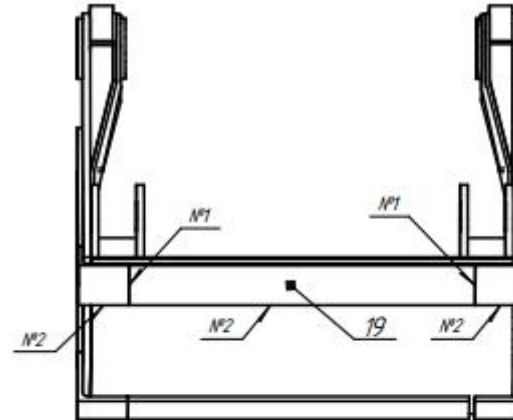
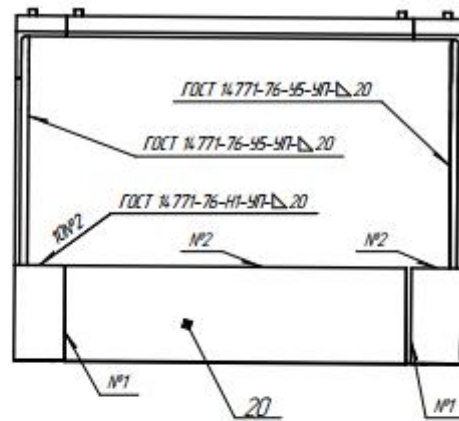
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

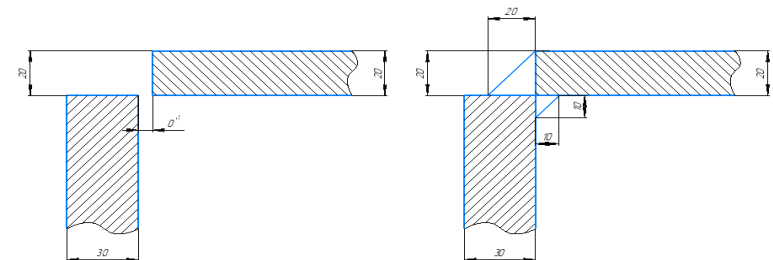
ФЮРА 02190.00012

7

ФЮРА 20190.0007



У5



КЭ

Карта эскизов

Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			

ФЮРА.02190.00012

5

1

Разраб.	Сагеев А.В.					НИ ТПУ ИШНКБ													
Руковод.	Гордынец А.С.					Группа 3-1В51					ФЮРА 400230.00001								ФЮРА.10190.00001

Технология изготовления барабана лебёдки подъемного крана

у

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	Н,расх.				

A01	1	1	1	005	Входной контроль	ГОСТ 19282-73													
-----	---	---	---	-----	------------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O02	1. Проверить наличие сертификата на основной материал марки сталь 10ХСНД																		
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O03	2. Установить соответствие химического состава и механических свойств стали, представленными в сертификате с химическим составом, маркировкой и механическими свойствами данной стали по ГОСТ 19282-73																		
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O04	3. Проверить внешним осмотром наличие поверхностных дефектов типа заусенцы, неровности, вмятины. Трещины недопустимы.																		
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

T05	УШС-3																		
-----	-------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A06	1	1	1	010	Резка	ГОСТ 14792-80													
-----	---	---	---	-----	-------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B07	Кран-балка, лазерный раскройный комплекс с ЧПУ Р3015-10кВт, ленточнопильный станок Jet HBS-916W 414468Т					1	11618	6	1	2									
-----	---	--	--	--	--	---	-------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O08	1. Вырезать элементы грейферной челюсти, выдерживая размеры, согласно картам эскисов ФЮРА.20190.0001, ФЮРА.20190.0002 и ФЮРА.20190.0003																		
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A09	1	1	1	015	Зачистка кромок	ГОСТ 25762-83													
-----	---	---	---	-----	-----------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B10	Кран-балка, шлифовально-зачистной станок Parma					1	19153	5	1	2									
-----	--	--	--	--	--	---	-------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

O11	1. Удалить следы от лазерной резки с кромок на величину 3-5 мм.																		
-----	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A12	1	1	1	020	Сборка проушины	ГОСТ 14771-76													
-----	---	---	---	-----	-----------------	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

B13	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i					1	18466	4	1	2									
-----	---	--	--	--	--	---	-------	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

M14	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002													
-----	---	--	--	--	--	-----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

M15	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85													
-----	--	--	--	--	--	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

МК

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.00012

2

ФЮРА.10190.00002

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	Н.расх.	
О01	1. Собрать проушину, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004															
О02	2. Выполнить прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм															
Т03	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
А04	1	1	1	025	Сварка обечайки	ГОСТ 14771-76										
Б05	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i					1	19905	6	1	2						
М06	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
М07	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
О08	1. Сварить проушину механизированной сваркой в среде защитных газов, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004															
Т09	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
А10	1	1	1	030	Сборка крепления	ГОСТ 14771-76										
Б11	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i					1	18466	4	1	2						
М12	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
М13	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
О14	1. Собрать крепление, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0005															
О15	2. Выполнить прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм															
МК																

ГОСТ 3.1118-82 форма 2а																
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
												ФЮРА.02190.00012	3			
												ФЮРА.10190.00003				
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	Н.расх.	
Т01	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
А02	1	1	1	035	Сварка крепления					ГОСТ 14771-76						
Б03	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i					1	19905	6	1	2						
М04	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
М05	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
О06	1. Сварить крепление механизированной сваркой в среде защитных газов, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0005															
Т07	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
А08	1	1	1	040	Сборка половины челюсти рейфера					ГОСТ 14771-76						
Б09	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i					1	18466	4	1	2						
М10	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
М11	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85										
О12	1. Собрать половину челюсти рейфера, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0006															
МК																

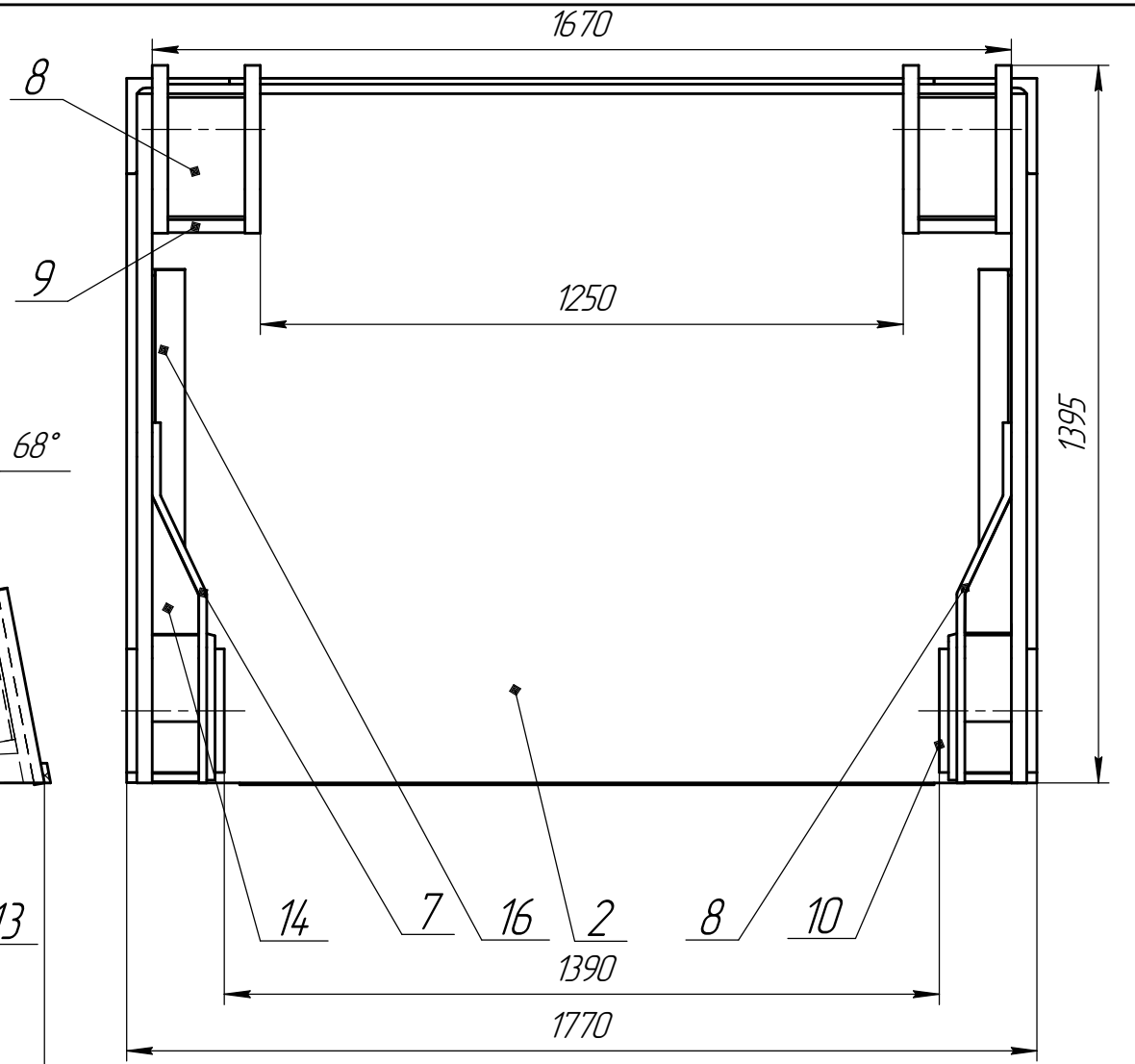
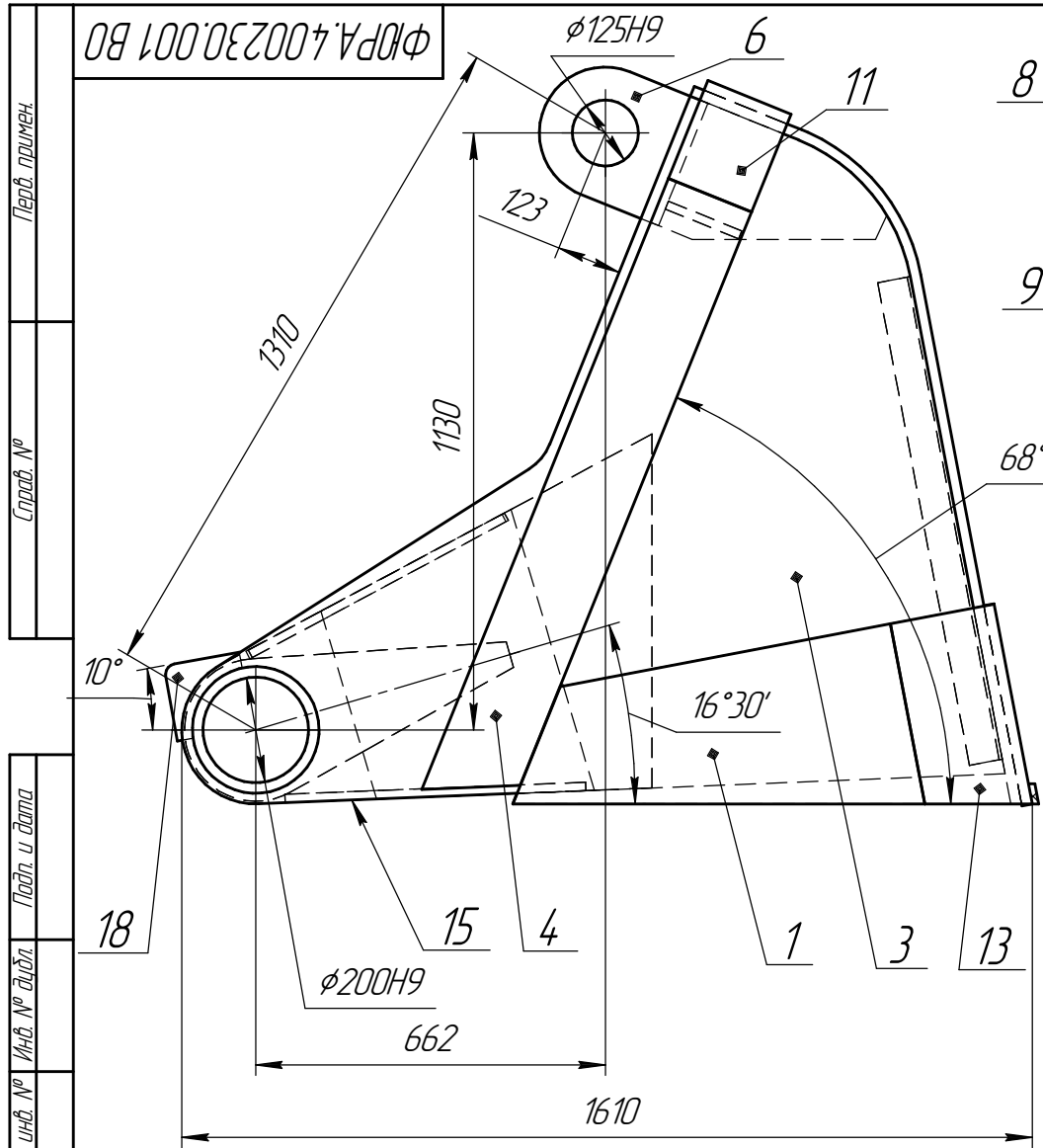
															ГОСТ 3.1118-82 форма 2а					
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
												ФЮРА.02190.00012			4					
												ФЮРА.10190.00004								
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции							Обозначение документа								
Б	Код,наименование оборудования							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	Н.расх.	
О01	2. Выполнить прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм																			
Т02	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																			
А03	1	1	1	045	Сварка половины челюсти грейфера							ГОСТ 14771-76								
Б04	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i							1	19905	6	1	2								
М05	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)							ГОСТ 21963-2002												
М06	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ							ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85												
О07	1. Сварить половину челюстей грейфера механизированной сваркой в среде защитных газов, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0006																			
Т08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																			
А09	1	1	1	050	Сборка челюсти грейфера							ГОСТ 14771-76								
Б10	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i							1	18466	4	1	2								
М11	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)							ГОСТ 21963-2002												
М12	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ							ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85												
О13	1. Собрать половину челюсти грейфера, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0007																			
О14	2. Выполнить прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм																			
МК																				

													ГОСТ 3.1118-82			форма 2а			
Дубл.																			
Взам.																			
Подл.																			
															ФЮРА.02190.00012			5	
																		ФЮРА.10190.00005	
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	Н.расх.
T01	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																		
A02	1	1	1	055	Сварка челюсти грейфера							ГОСТ 14771-76							
B03	Кран-балка, универсальный сварочный стол Demmeler D16, полуавтомат Aristo™ Mig u4000i							1	19905	6	1	2							
M04	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)							ГОСТ 21963-2002											
M05	Проволока Св-08Г2С Ø1,6 мм, углекислый газ							ГОСТ 2246-70; ГОСТ 8050-85											
O06	1. Сварить челюсть грейфера механизированной сваркой в среде защитных газов, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0007																		
T07	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																		
A08	1	1	1	060	Контроль ВИК							ГОСТ 14771-76							
O09	1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы. Подрезы допустимы с глубиной до 0,5 мм. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 14771-76. Проверить ширину шва, высоту усиления.																		
T10	Линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10х ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69, щетка стальная.																		
A11	1	1	1	065	Контроль УЗК							ГОСТ Р 55724-2013							
B12	Ультразвуковой дефектоскоп HARFANG VEO							1	11830	6	1	2							
O13	1. Проверить сварные швы УЗК. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 шт диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Объем проверки 100%.																		
МК																			

Приложение Б
(обязательное)
Комплект чертежей

Оглавление

Приложение Б1 ФЮРА. 400230.001 ВО Челюсти грейфера. Чертеж общего вида. Лист 1	чертеж А1
Приложение Б2 ФЮРА. 400230.001 ВО Челюсти грейфера. Чертеж общего вида. Лист 2	чертеж А1
Приложение Б3 ФЮРА. 400230.001 ВО Спецификация. Челюсти грейфера. Чертеж общего вида.	чертеж А4



1. Сварка электродуговая по ГОСТ 5264-80
 Катет шва по наименьшей толщине свариваемого металла
 Варить сплошным швом.

Перв. примен.
 Спроб. №
 Взам. инв. №
 Инв. № докум.
 Подп. и дата
 Подп. и дата
 Инв. № подл.

ФЮРА.400230.001 В0

ФЮРА.400230.001 В0

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Сагеев А.В.		
Проб.		Гордынец А.С.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Челюсть зрейфера
 Чертеж общего вида

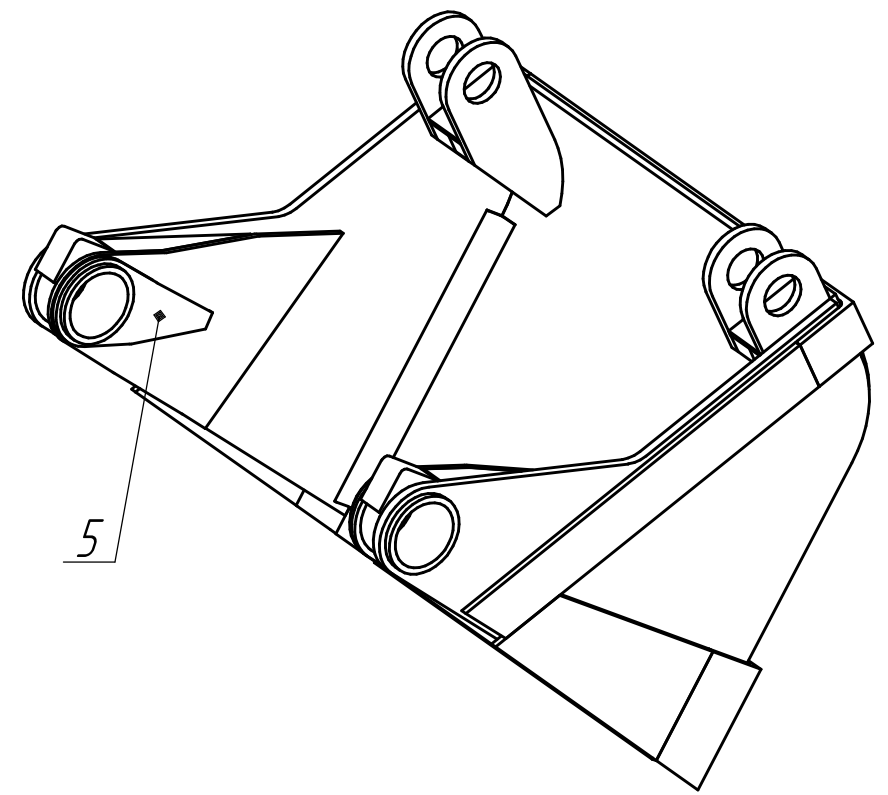
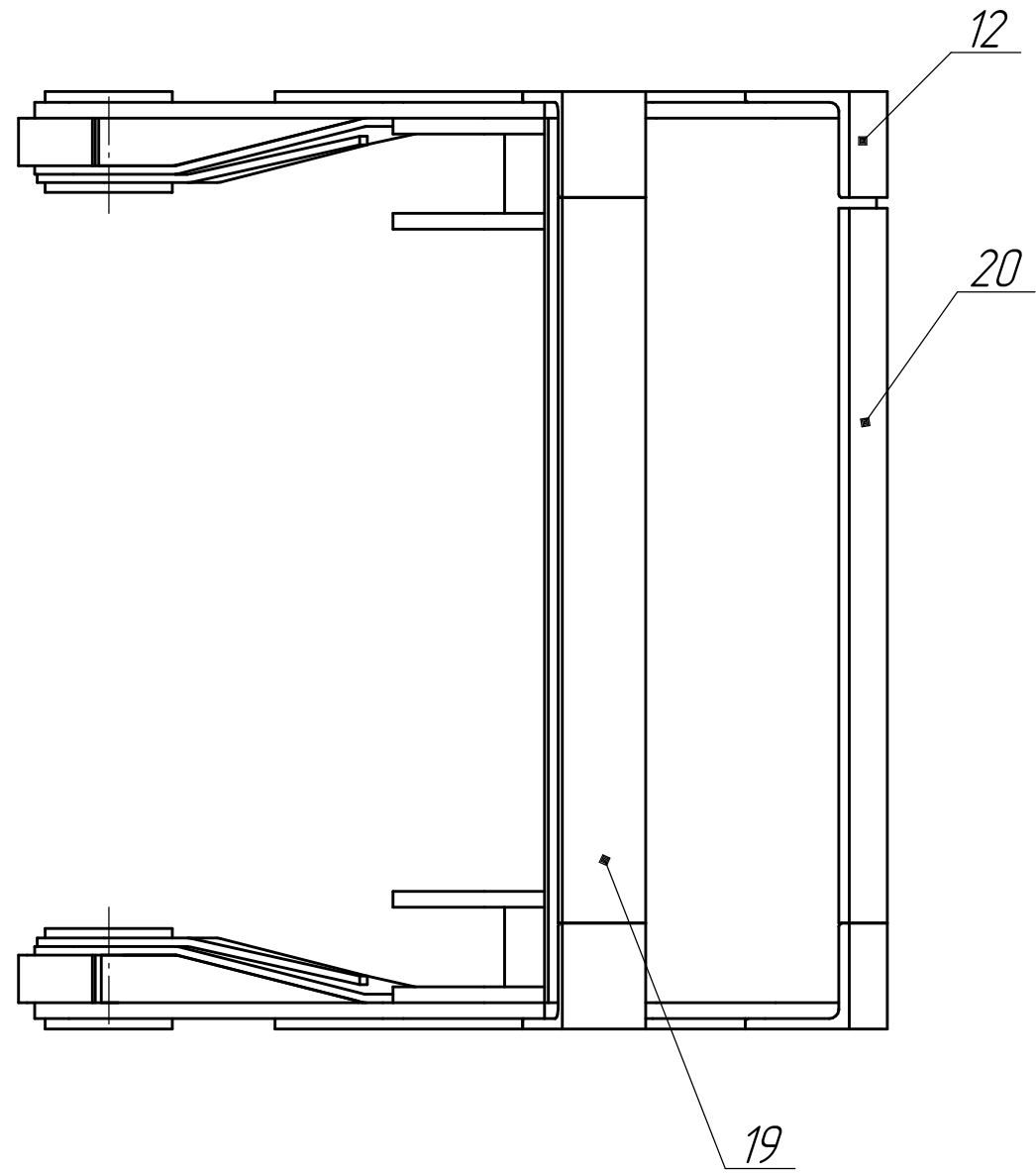
Лист	Масса	Масштаб
1	1630,12	1:10
Лист 1	Листов 2	

10ХСНД

НИ ТПУ ИШНKB
 Группа 3-1В51

ФЮРА.4.00230.001 В0

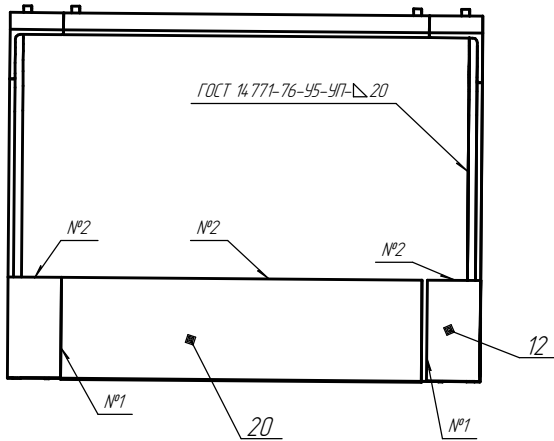
Изометрия (1:15)



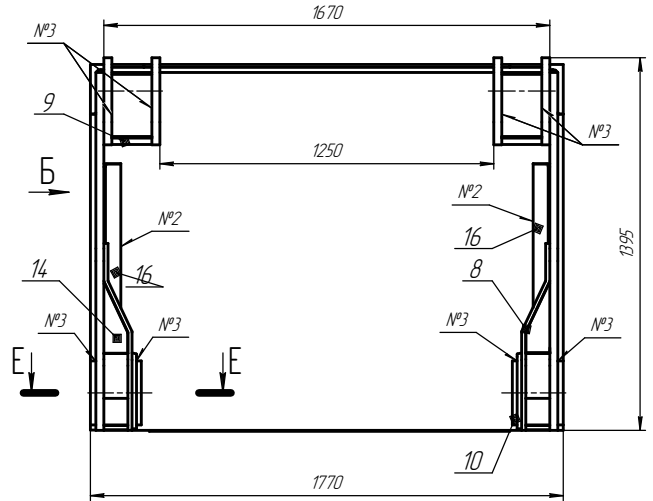
Изд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дудл.	Подп. и дата

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
			*1) ФЮРА.400230.001 В0	Чертеж общего вида		*А3;А3
				<u>Детали</u>		
Справ. №	А4	1	ФЮРА.400230.001.001	Планка	2	
	А4	2	ФЮРА.400230.001.002	Обечайка	1	
	А4	3	ФЮРА.400230.001.003	Стенка	2	
	А4	4	ФЮРА.400230.001.004	Планка	2	
	А4	5	ФЮРА.400230.001.005	Ухо	2	
	А4	6	ФЮРА.400230.001.006	Ухо	4	
	А4	7	ФЮРА.400230.001.007	Ухо	1	
	А4	8	ФЮРА.400230.001.008	Планка	2	
	А4	9	ФЮРА.400230.001.009	Планка	2	
	А4	10	ФЮРА.400230.001.010	Втулка	2	
	А4	11	ФЮРА.400230.001.011	Уголок	2	
	А4	12	ФЮРА.400230.001.012	Уголок	1	
	А4	13	ФЮРА.400230.001.013	Уголок	1	
	А4	14	ФЮРА.400230.001.014	Ребро	2	
	А4	15	ФЮРА.400230.001.015	Ребро	2	
	А4	16	ФЮРА.400230.001.016	Уголок	2	
	А4	17	ФЮРА.400230.001.017	Ухо	1	
	А4	18	ФЮРА.400230.001.018	Сектор	2	
	А4	19	ФЮРА.400230.001.019	Планка	1	
	А4	20	ФЮРА.400230.001.020	Планка	1	
ФЮРА.400230.001 В0						
И№в. № подл.	Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
	Разраб.	Сазеев А.В.			Лит.	Лист
	Пров.	Гордынец А.С.				Листов
	Н.контр.					1
Утв.					НИ ТПУ ИШНКБ Группа 3-1В51	
				Челюсть грейфера		
				Чертеж общего вида		

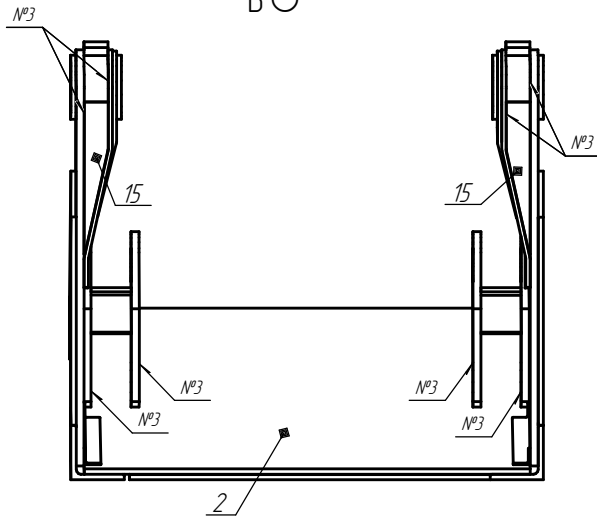
A



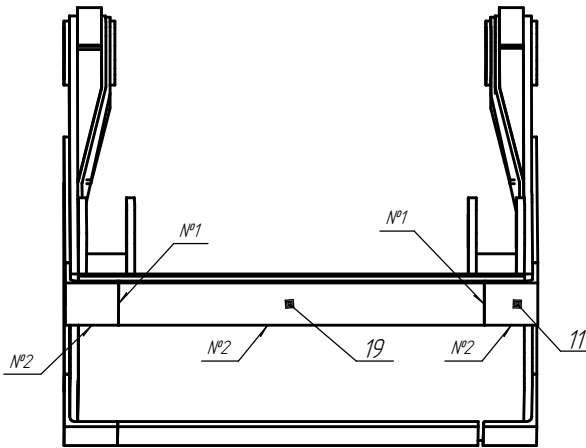
Д



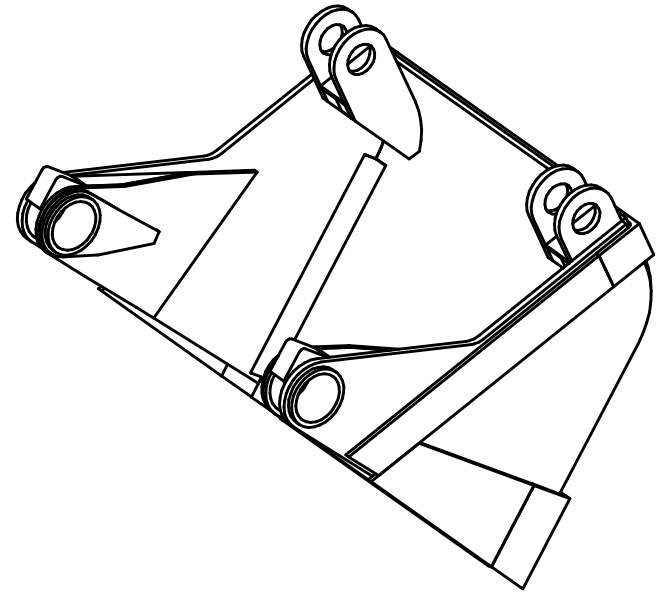
В



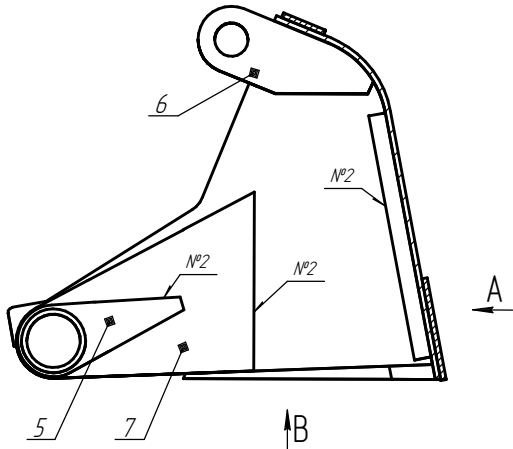
Г



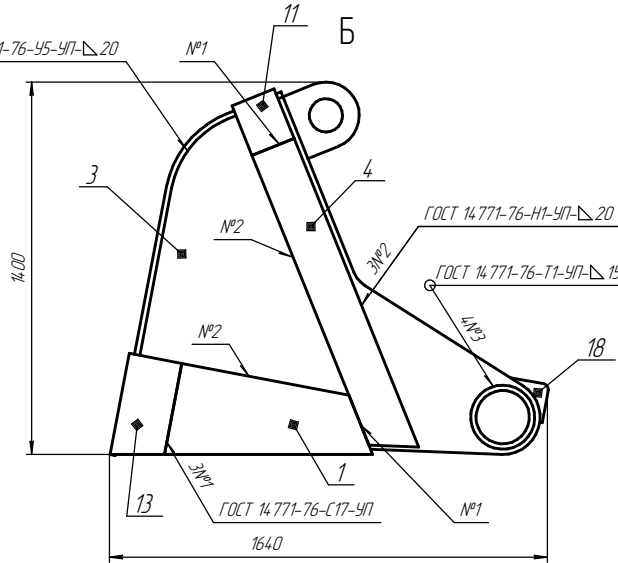
Изометрия (1:10)



Д-Д



ГОСТ 14 771-76-45-УП-Δ 20



ФЮРА.4.00230.001 СБ				Лист	Масштаб
Челюсть грейфера				1630/12	1:10
Сборочный чертёж				Лист	Масштаб
ИОХСНД				НИ ТПУ ИШНКБ	
				Группа 3-1Б51	
				Формат А1	

Приложение В
(обязательное)
Раскрой заготовок

№п/п	Название детали	Кол-во, шт	Эскиз
1	Планка	2	
2	Обечайка	1	
3	Стенка	2	

4	Планка	2	<p>Technical drawing of a plate. The main view shows a rectangular plate with a length of 124.7, a width of 170, and a height of 1170.5. A chamfered edge is shown with a 65°42' angle. A side view shows a thickness of 20.</p>
5	Ухо	2	<p>Technical drawing of an ear. The top view shows a circular shape with a radius of R135 and a diameter of $\phi 240$. The side view shows a conical shape with a 35°28' angle and a height of 50. The bottom view shows a rectangular shape with a width of 16, a length of 320, and a total length of 637. A chamfered edge is shown with a radius of R16 and a height of 88.</p>
6	Ухо	4	<p>Technical drawing of an ear. The top view shows a circular shape with a diameter of $\phi 125$ and a radius of R125. The side view shows a curved shape with a 22° angle and a height of 201. The bottom view shows a rectangular shape with a width of 290, a length of 337, and a total length of 233.7. A chamfered edge is shown with a radius of R350 and a height of 347. The bottom view also shows a width of 46 and a height of 326. A side view shows a thickness of 30.</p>

7	Ухо	1	
8	Планка	2	
9	Планка	2	
10	Втулка	2	
11	Уголок	2	

12	Уголок	1	
13	Уголок	1	
14	Ребро	2	

15	Ребро	2	
16	Уголок	2	
17	Ухо	1	

18	Сектор	2	
19	Планка	1	
20	Планка	1	