

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления барабана лебёдки подъемного крана

УДК 621.864-589.2-027.37

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Денисов Владимир Дмитриевич		

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 ООД 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
 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	Денисов Владимир Дмитриевич

Тема работы:

Разработка технологии изготовления барабана лебёдки подъемного крана	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

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>Барабан БК410, материал сварной конструкции сталь 20; существующий способ сварки – механизированная сварка в среде защитных газов; сварочные материалы; перечень нормативной документации. Сборка и сварка производится 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>	<p>Введение</p> <p>1 Описание изделия</p> <p>2 Выбор способа сварки</p> <p>3 Выбор сварочных материалов</p> <p>4 Расчет параметров режима сварки</p> <p>5 Выбор сварочного оборудования</p> <p>6 Технология сварки</p> <p>7 Финансовый менеджмент, ресурсо-эффективность и ресурсосбережение</p> <p>8 Социальная ответственность</p> <p>Заключение</p>
<p>Перечень графического материала</p>	<p>1 Титульный лист</p> <p>2 Название темы, цель, задачи</p> <p>3 Барабан лебедки БК410</p> <p>4 Основной материал, Сварочные материалы</p> <p>5 Режимы сварки</p> <p>6 Основное сварочное оборудования, вспомогательное оборудование</p> <p>7 Технология сборки и сварки</p> <p>8 Технология сборки и сварки</p> <p>9 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность;</p> <p>10 Социальная ответственность</p> <p>11 Вывод</p>
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Якимова Татьяна Борисовна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Романцов Игорь Иванович</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>01 апреля 2020 г.</p>

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	Денисов Владимир Дмитриевич		

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)
22.04.2020 г.	Введение	5
29.04.2020 г.	Описание свариваемого изделия	10
07.05.2020 г.	Обоснование выбора способа сварки, оценка технологической свариваемости материала	15
10.05.2020 г.	Обоснование выбора сварочных материалов	15
15.05.2020 г.	Расчет параметров режима сварки	15
20.05.2020 г.	Выбор основного и вспомогательного сварочного оборудования	15
24.05.2020 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
29.05.2020 г.	Социальная ответственность	10
30.05.2020 г.	Заключение	5

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
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	к.т.н.		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Денисов Владимир Дмитриевич

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

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

1. <i>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. Должностной оклад сварщиков
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Нормы времени на выполнение работ
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов.</i>	В соответствии с налоговым кодексом Российской Федерации

Перечень вопросов, подлежащих разработке:

<i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений
<i>Формирование плана и графика разработки проекта</i>	Определение этапов работ; определение трудоемкости работ; разработка графика Ганта
<i>Планирование и формирование бюджета проекта</i>	Определение текущих затрат на сварочные работы
<i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Сравнительная экономическая оценка способов сварки

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Карта сегментирования рынка
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Якимова Т.Б.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В51	Денисов В.Д.		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В51	Денисов Владимир Дмитриевич

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

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления барабана лебёдки подъемного крана

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	Выполнение сварочных работ (механизированная сварка в среде защитных газов, автоматическая сварка под слоем флюса, работа со сварочным оборудованием, работа со слесарным оборудованием). Рабочее место расположено в закрытом цеху, сварочный участок 120 м ² . Имеет естественное и искусственное освещение.
---	---

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	<ul style="list-style-type: none"> - 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 12.1.019-2009 - ГОСТ 12.1.010-76 - СанПиН 3359-16
2. Производственная безопасность:	<p>1. Вредные факторы</p> <ul style="list-style-type: none"> - освещение рабочей зоны; - микроклимат в пощении ; - шум; - вредные вещества; - психофизические факторы: физические нервно-психические перегрузки, перенапряжение анализаторов, монотонность труда. <p>2. Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - электрический ток; - короткое замыкание; - высокая температура поверхностей оборудования.
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
3-1В51	Денисов Владимир Дмитриевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 100 с., 4 рис., 35 табл., 43 источников, 15 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: барабан лебедки, подъемно-крановое оборудование, автоматическая сварка под слоем флюса, технология изготовления.

Объектом исследования является технология сборки и сварки барабана лебедки подъемного крана

Целью данной ВКР является совершенствование технологического процесса изготовления барабана лебедки подъемного крана.

В процессе исследования произведено технико-экономическое обоснование целесообразности замены механизированной сварки в среде защитных газов (МЗ) на автоматическую сварку под слоем флюса (АФ).

В результате исследования можно сделать вывод, что применение автоматической сварки под слоем флюса экономически оправдано.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: диаметр барабана: 410 мм; диаметр каната: 19,5 мм; длина барабана: 1500 мм; масса: 980 кг.

Область применения: разработанная технология может применяться на предприятиях производящих крановое оборудование.

Экономическая эффективность работы: разница в штучно-калькуляционном времени сварки между МЗ (158 мин) и АФ (70 мин), составляет 88 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 56 %. Стоимость изготовления барабана автоматической сваркой под слоем флюса составляет 2549 руб , что дешевле на 1344 руб , чем при текущей технологии сварки в среде защитного газа, в процентном соотношении позволяет снизить затраты на 37 %.

Выпускная квалификационная работа бакалавра выполнена в текстовом редакторе Microsoft Word 2016 и графическом редакторе “КОМПАС-3D V16”.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

Определения

Автоматическая дуговая сварка под флюсом – сварка электрической дугой, горячей между концом сварочной проволоки и свариваемым металлом под слоем флюса.

Обозначения и сокращения

ГПМ – Грузоподъемные машины;

КВШ – Канатоведущим шкивом;

ОШЗ – Околошовной зоны;

σ_T – предел текучести;

σ_B – временное сопротивление разрыву;

δ_5 – относительное удлинение;

$d_{\text{э}}$ – 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;

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

$I_{\text{св}}$ – ток сварочной дуги;

$U_{\text{д}}$ – напряжений на дуге;

η_u – эффективный КПД нагрева изделия дугой;

$V_{\text{св}}$ – скорость перемещения сварочной дуги;

I_u – ток импульса;

I_n – базовый ток (паузы);

$I_{\text{ср}}$ – средний ток;

t_u – продолжительность импульса;

t_n – продолжительность паузы;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность цикла модуляции сварочного тока;

Нормативные ссылки

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1 ОСТ 34 023-73 Лебедки специальные электрические козловых крюковых кранов. Параметры и размеры. Технические требования

2 ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Метод ультразвуковой

Оглавление

Введение.....	14
1 Обзор литературы	16
1.1 Описание сварной конструкции	16
1.2 Материал сварной конструкции	19
1.3 Оценка технологической свариваемости материала	19
1.4 Описание способа сварки.....	21
2 Выбор сварочных материалов	24
2.1 Выбор основного сварочного оборудования	24
2.2 Выбор вспомогательного оборудования	25
3 Расчёт параметров режимов сварки.....	32
3.1 Расчёт стыкового соединения.....	32
3.2 Расчёт углового соединения	35
4 Разработка технологии барабана лебедки	37
4.1 Анализ базовой технологии изготовления барабана.....	37
4.2 Усовершенствованная технология изготовления барабана.....	37
4.3 Контроль качества сварных соединений	43
5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.....	45
5.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии.....	45
5.2 Планирование проекта.....	46
5.3 Расчет норм времени на сварку	48
5.4 Экономическая оценка сравниваемых способов сварки.....	55
6 Социальная ответственность	63
6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	63
6.2 Производственная безопасность	64
6.3 Охрана окружающей среды	73
6.4 Чрезвычайные ситуации.....	76
Заключение	79
Список используемых источников.....	81
Приложение А Комплект технологической документации.....	84
Приложение Б Комплект чертежей.....	94

Введение

Грузоподъемные машины являются узловым звеном в цепи транспортных технологий современных промышленных предприятий, влияющим на функционирование большинства технологических процессов во всех отраслях экономики. По данным Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору на территории Российской Федерации находятся в эксплуатации 245 тысяч регистрируемых грузоподъемных кранов. В настоящее время в Российской Федерации в условиях сокращения парка грузоподъемных кранов и старения подъемно-транспортного оборудования растут объемы производимых погрузочно-разгрузочных работ. Возрастающие нагрузки на стареющее подъемно-транспортное оборудование при наблюдаемом дефиците, как квалифицированных кадров, так и ремонтной базы вынуждают владельцев грузоподъемных кранов эксплуатировать их «на отказ», что, как следствие, приводит к значительному числу случаев производственного травматизма со смертельным исходом и аварий, обусловленных техническими причинами [1, 2].

Избежать подобного рода аварийных ситуаций позволит, своевременная замена узлов и агрегатов крана. Одним из таких узлов является барабан лебедки, т.к. в процессе эксплуатации на подъемных кранах имеют место систематические отказы вследствие их пластического деформирования в осевом направлении и отрывов реборд. Установлено, что причиной отрыва реборд барабанов лебедок является усталость материала при пульсирующем цикле нагрузки. Следствием разрушения является полная замена барабана [2].

Актуальность работы: базовая технология механизированной сварки в защитных газах барабанов лебедки имеет ряд недостатков, поэтому для их устранения предлагается использовать автоматические способы сварки. Это позволит увеличить производительность процесса, снизить риск возникновения дефектов, повысить культуру производства.

Целью данной ВКР является совершенствование технологического процесса изготовления барабана лебедки подъемного крана.

Поставленная цель решена посредством выбора материала для барабана лебёдки, выбора способа сварки, сварочных материалов, расчета параметров режима сварки, выбора основного и вспомогательного оборудования, разработки технологии сборки и сварки.

Практическое значение ВКР заключается в том, что ее результаты можно непосредственно использовать для сборки и сварки барабана лебедки БК410.

Обзор литературы

Описание сварной конструкции

Лебедками называют грузоподъемные машины или механизмы грузоподъемных машин, предназначенных для подъема груза, в которых в качестве рабочего органа применяется канат или грузовая цепь [3].

Лебедки классифицируют по назначению, виду привода, системе спуска груза и связи барабана (шкива трения) с приводом [3].

По назначению лебедки делятся на грузоподъемные и тяговые. Определяющим для отнесения лебедки к тому или иному назначению является направление усилия в ветви каната, к которой приложено полезное сопротивление. Если это сопротивление направлено вертикально (например, от массы поднимаемого груза), то лебедка является грузоподъемной, если горизонтально или под углом (например, при подтягивании груза по плоскости), то тяговой [4].

По виду привода лебедки делятся на ручные и приводные. Последние могут иметь привод электрический, гидравлический, пневматический и от двигателя внутреннего сгорания [4]. В настоящее время порядка 80 % относительно всего официально зарегистрированного парка грузоподъемных машин используют электрический привод в механизмах подъема (лебедки) и передвижения [4].

По системе спуска делят лебедки со свободным спуском и с силовым спуском груза (реверсивные). В реверсивных электрических лебедках спуск груза производится в результате смены направления вращения ротора привода, а в нереверсивных — под действием массы груза при отключенном от привода барабане (шкиве трения) и подтормаживании тормозом [5]. Последний вид спуска груза на грузоподъемных лебедках не применяется из-за его меньшей безопасности по сравнению с силовым спуском [5].

По системе передач от приводного звена (двигателя) до грузоподъемного барабана (шкива трения) лебедки могут быть: с зубчатой, с червячной, с ременной, с цепной и гидравлической передачами [6].

По системе связи барабана с приводом на грузоподъемных лебедках применяют только жесткую неразрывную кинематическую связь [6].

По виду связи «груз – барабан» (канатоведущий шкив) лебедки разделяют на канатные, цепные, ременные. Канатные делятся на лебедки с закреплением каната на барабане и без закрепления. К последним относятся лебедки с канатоведущим шкивом и лебедки с фрикционными коноидальными барабанами (шпили, кабестаны, брашпили) [4].

На лебедках барабанного типа канат удерживается за счет сил трения между канатом и прижимными планками, присоединенными болтами к барабану, а также между канатом и барабаном, так как канат имеет запас 1,5 – 2 витка вокруг барабана [6]. На лебедках с канатоведущим шкивом (КВШ) и с фрикционными коноидальными барабанами сцепление осуществляется только за счет силы трения между канатом и шкивом (барабаном). Лебедки также классифицируют по числу барабанов и типу опорной базы [6].

Несмотря на широкое разнообразие конструкций грузоподъемных лебедок, их основное отличие заключается в органе (который может быть барабаном или шкивом трения), изменяющем вращательное движение вала приводного двигателя в поступательное движение груза (рисунок 1)



Рисунок 1 – Лебедка барабанного типа [4]

Электрическая грузоподъемная лебедка состоит из: привода, тормоза, редуктора, барабана или шкива трения, каната (цепи) и грузозахватного органа.

Барабан лебедки представляет собой пустотелую бочку и монтируется на самоустанавливающимися сферическим подшипниках. Управление лебедкой осуществляется через карданную передачу и систему ленточных тормозов (рисунок 2).

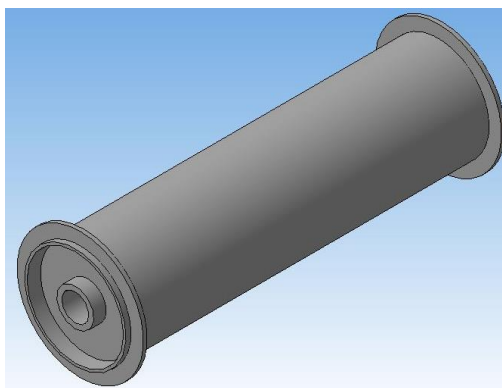


Рисунок 2 – Сварной барабан лебёдки БК410

Сварной барабан лебёдки с ведомым конусом и тормозным шкивом, вращается в двух конических подшипниках, смонтированных на оси барабана. Ось барабана неподвижно закреплена на задней плите. Конец оси барабана, выступающий из картера, имеет правую трапецеидальную резьбу, а полая втулка, насаженная на ось, - левую. Резьбовая гайка с рычагом наворачивается одновременно на резьбу оси и резьбу полой втулки. При вращении гайки вправо или влево полая втулка со ступицей, ведомым колесом и конусом фрикциона перемещается по оси, включая или выключая фрикцион [6].

Барабан лебедки с двумя - ленточными тормозами оборудуется приспособлением для равномерного натяжения обеих тормозных лент. При отключении тормоза лента не должна касаться тормозного шкива, а зазор составлять не более 25 мм. Он должен иметь нарезанные по винтовой линии канавки. Канатоемкость барабана должна быть рассчитана на укладку не менее полутора запасных витков каждого закрепленного на барабане каната при наинизших рабочих положениях кабины или противовеса, не считая витков, находящихся под зажимным устройством [6].

Барабан лебедки имеет реборды, которые должны возвышаться над верхним слоем навитого каната на высоту не менее одного диаметра каната. Наканатоведущий шкив лебедки снабжен ручьями, форма которых при заданном угле обхвата шкива канатами позволяет обеспечить сцепление канатов со шкивом, достаточное для удержания кабины при статическом испытании, и исключает возможность подъема кабины при неподвижном противовесе или противовеса при неподвижной кабине [6].

Материал сварной конструкции

По ОСТ 34 023 – 73 [7] для изготовления барабана лебёдки рекомендуется применять сталь 20.

Сталь 20 - сталь перлитного класса. Применяется для изготовления траверс, рычагов, валов, звездочек, шпинделей, цилиндров прессов и других деталей невысокой прочности. Сталь используется после нормализации или без термообработки, работает при температуре от -40 до 450 °С под давлением.

После ХТО имеет высокую поверхностную твердость при невысокой прочности сердцевины. Механические свойства и химический состав представлены в таблице 1 и таблице 2.

Таблица 1– Химический состав стали 20 по ГОСТ 1050-88 [8]

C	Cr	Si	As	Mn	Cu	Ni	P	S
					Не более			
0, 17-0,24	До 0,25	0,17-0,37	0,08	0,35-0,65	0,25	0,25	0,035	0,04

Таблица 2– Механические свойства стали 20, по ГОСТ 1050-88 [8]

$\sigma_{в}$, МПа	$\sigma_{т}$, МПа	δ_{5} , %	ψ , %
до 420	250	25	55

Оценка технологической свариваемости материала

Ориентировочным количественным показателем свариваемости стали известного состава является эквивалентное содержание углерода, которое определяется по формуле:

$$C_s = \left(C + \frac{Mn}{6} + \frac{(Cr+V)}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13} + \frac{P}{2} \right), \quad (1)$$

где С , Мп , Сг , Мо , Ni , Сu , Р - процентное содержание легирующих элементов в металле шва.

В зависимости от эквивалентного содержания углерода и связанной с этим склонности к закалке и образованию трещин стали по свариваемости делят на четыре группы: хорошо, удовлетворительно, ограниченно и плохо сваривающиеся. С тали первой группы хорошо свариваются без образования закалочных структур и трещин с широким диапазоне режимов, толщин и конструктивных форм.

Удовлетворительно сваривающиеся стали мало склонны к образованию холодных трещин при правильном выборе режимов сварки, в ряде случаев требуется подогрев. Ограниченно сваривающиеся стали склонны к трещинообразованию, возможность регулирования сопротивляемости образованию трещин изменением режима ограничена, требуется подогрев. Плохо сваривающиеся стали весьма склонны к закалке и трещинам, требуют при сварке подогрева, специальных технологических приемов сварки и термообработки.

По формуле (1) находим эквивалент углерода:

$$C_s = \left(0,2 + \frac{0,5}{6} + \frac{0,25}{5} + \frac{0,25}{15} + \frac{0,25}{13} + \frac{0,035}{2} \right) = 0,39 \% .$$

Определим размерный эквивалент углерода по формуле [9]:

$$C_p = 0,005 \cdot S \cdot C_s, \quad (2)$$

где S - толщина свариваемой стали, тогда:

$$C_p = 0,005 \cdot 15 \cdot 0,39 = 0,029 \% .$$

Находим суммарный эквивалент углерода: C_s

$$\sum C_s = C_s + C_p ; \quad (3)$$

$$\sum C_s = 0,39 + 0,029 = 0,393 \% .$$

Сталь 20 относится к низкоуглеродистым сталям и сваривается без ограничений и сопутствующего подогрева [9].

Описание способа сварки

В сварном барабане 1 продольный шов длиной 1,5 м, толщина стенки листа 15 мм, и 8 кольцевых угловых шва с катетом 10 мм. Текущая технология предусматривает изготовление барабана механизированной сваркой в среде защитных газов, это достаточно долгий и трудоемкий процесс. Предлагается автоматизировать его посредством применения сварки под слоем флюса.

1.4.1 Характеристика автоматической сварки под слоем флюса

Сущность процесса дуговой сварки под флюсом заключается в применении непокрытой сварочной проволоки и гранулированного флюса, насыпаемого впереди дуги слоем определенной толщины. Сварку ведут дугой, горячей под слоем флюса в пространстве газового пузыря, образующегося в результате выделения паров и газов в зоне дуги. Сверху пузырь ограничен пленкой расплавленного флюса, снизу – сварочной ванной. Кристаллизация расплавленного металла сварочной ванны приводит к образованию сварного шва. По мере сварки давление газов в пузыре возрастает. Наступает момент, когда газы прорываются через пленку расплавленного шлака и удаляются в окружающую атмосферу. Периодически процесс удаления газа повторяется [10].

Хороший контакт шлака и металла, наличие изолированного от внешней среды пространства обеспечивают благоприятные условия для защиты и металлургической обработки металла сварочной ванны и тем самым способствуют получению швов с высокими механическими свойствами. В отличие от ручной дуговой сварки покрытыми электродами, при сварке под флюсом токоподвод к электродной проволоке осуществляется на небольшом

расстоянии (вылет электрода) от дуги (до 70 мм). Это позволяет без перегрева электрода использовать повышенные сварочные токи (до 2000 А) [10].

Хорошая теплоизоляция сварочной дуги, повышенное давление газов над ванной и большая плотность сварочного тока (плотность в пятне нагрева достигает $\sim 10^3$ Вт/см²) способствуют более глубокому проплавлению свариваемого металла. Это в свою очередь позволяет уменьшить глубину разделки и сократить количество металла, наплавляемого на единицу длины шва.

Сварку под флюсом можно осуществлять переменным и постоянным током. При автоматической сварке подача электродной проволоки в дугу и перемещение ее осуществляется специальными механизмами [10].

Сварка под флюсом имеет следующие преимущества:

- высокая скорость сварки достигается благодаря использованию высоких сварочных токов;
- высокоэффективное сплавление существенно снижает или исключает необходимость в дополнительной обработке;
- меньшая стоимость работ, так как расход сварочных материалов ниже, чем при использовании других методов сварки;
- низкий уровень сварочных деформаций;
- качественное формирование и отличный внешний вид сварного шва;
- компактность сварных швов;
- высокие механические свойства металла сварного шва;
- горение дуги во время сварки происходит под слоем флюса, что позволяет не применять индивидуальные средства защиты и снизить затраты на вентиляцию;
- отсутствие дымовыделения обеспечивает оператору большой комфорт и позволяет сэкономить на оборудовании для отвода и утилизации выделяющегося при сварке дыма.

Недостатки и ограничения по применению:

- сварка под флюсом может использоваться только для легированных или нелегированных углеродистых сталей;

- использование порошкового флюса подразумевает выполнение швов на горизонтальной поверхности либо принятие соответствующих мер по его удержанию;

- не позволяет осуществлять стыковую сварку деталей толщиной более 16 мм без разделки кромок;

- большая глубина проплавления и перемешивание основного металла с присадочным в некоторых случаях влекут за собой повышенное легирование;

- так как при работе не видно место сварки, то требуется повышенная точность подготовки и сборки деталей перед сваркой, что в значительной степени затрудняет процесс при сложной конфигурации шва;

- почти всегда возникает необходимость и определенная трудность удаления шлаковой корки, а при сварке цилиндрических деталей – трудность удержания расплавленного металла и флюса на поверхности [10].

Выбор сварочных материалов

Равнопрочность сварного соединения при использовании механизированной сварки под слоем флюса достигается подбором сварочных проволок и флюса, и выбором режимов и техники сварки. При сварке низколегированных сталей используются флюсы, например, АН-348-А и ОСЦ-45, также электродные проволоки Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08А и др. Легирование металла шва марганцем из проволок и кремнием при проваре основного металла, при подборе соответствующего термического цикла (погонной энергии) позволяет получить металл шва с требуемыми механическими свойствами. Использование указанных материалов достигается высокая стойкость металла против образования пор и кристаллизационных трещин [10].

Принимаем для сварки стали 20 под слоем флюса электродную проволоку Св-10Г2 по ГОСТ 2246-70 [11] и флюс АН-348-А по ГОСТ 9087-69 [12](таблица 3 и 4).

Таблица 3– Химический состав проволоки Св-10Г2, % [11]

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0,12	0,03	1,5-1,9	до 0,2	до 0,3	0,0 30	0,03 0

Таблица 4– Химический состав флюса АН-348А, % [12]

SiO ₂	MnO	CaO	MgO	CaF ₂	Fe ₂ O ₃	S не более	P не более
41 -4 4	3 4 - 38	6,5	5 -7,5	4 - 5,5	4, 5	0, 15	0, 1 2

1

Источник питания сварочной дуги должен отвечать следующим требованиям:

Выбор основного сварочного оборудования

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока дуги и напряжение дуги;

- иметь необходимый вид внешней характеристики, чтобы выполнять условия стабильного горения дуги;
- иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент разбрызгивания.

Для сварки барабана лебёдки назначаем сварочную головку типа АДФ-2500, которая вместе с двумя источниками сварочного тока выпрямителем типа ВДУ-1250 и трансформатором ТДФЖ-1250 составляет основу сварочной установки. Технические характеристики сварочной головок представлены в таблице 5.

Таблица 5– Технические характеристики головки АДФ-2500 [13]

Наименование параметра	Значения
Номинальный сварочный ток каждой дуги, при ПВ=100%,А	1250
Суммарный сварочный ток, при ПВ=100%, А	2500
Диаметр электродной проволоки, мм	2 - 5
Пределы регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	12 - 360
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	15 – 120
Угол поворота сварочной головки вокруг вертикальной оси	± 90°
Угол поворота сварочной головки вокруг горизонтальной оси	± 45°
Угол отклонения оси токопровода от вертикальной оси	0 - 45° (вперед)
Мощность, потребляемая компонентами головки, ВА, не более	600

2

1 Кран балка опорная грузоподъёмностью 3,2 тн

Груз крепится на механизм подъема с помощью крепежных систем. В **Выбор вспомогательного оборудования** качестве подъемного механизма может быть использована передвижная ручная таль, червячная таль с грузоупорным дисковым тормозом и цепными колёсами на приводном валу, электротали и другие механизмы. Крепежным элементом могут служить крюки, тележки, грузовые электромагниты, грейферы и подобные им системы. После того, как груз будет надежно закреплен, с помощью

действующего подъемного механизма происходит поднятие на необходимую высоту и перемещение в горизонтальной плоскости по рельсовым путям.

2 Портальная машина газовой резки Eckert Jantar

Таблица 6 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Привод	двусторонний
Ширина резки	2500 мм
Основная рабочая длина	6000 мм
Скорость перемещения	25000 мм/мин
Толщина резки кислородной горелкой	до 100 мм
Точность позиционирования ЧПУ	0,005 мм

3 Листогиб трехвалковый гидравлический 3R HS 20-300 Sahinler

Листогибочные машины данной модели предназначены для тяжелых гибочных работ, в особенности для гибки материалов с толщиной листа 6-20 мм, и используются для изготовления рекламных щитов, корпусов воздушных компрессоров, водяных и нефтеналивных резервуаров, бетономешалок и прочих подобных видов продукции. Их отличает простота и удобство использования, привлекательный дизайн, надежность в работе (таблица 7).

Таблица 7 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Длина	2050 мм
Круговая гибка	20 мм
Подгибка	16 мм
D верх. валк .	300 мм
D средн . валк .	280 мм
Скорость	5 м/мин
Мощность привода	11 кВт
Габариты	3850x1420x1680 мм
Вес	8100 кг

4 Фаскосниматель с автоматической подачей UZ Triumph

Фаскосниматель - это кромкорез предназначенный для механической обработки фрезерованием кромок листового металла и снятия фасок на трубах перед операцией сварки.

Станок предназначен для снятия фаски с заготовок из углеродистой стали, нержавеющей стали и алюминия (таблица 8).

Таблица 8 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Толщина материала	от 7 до 70 мм
Минимальный размер материала	200 x 100 x 7 мм
Максимальный размер материала	не ограничен
Двигатель фрезерной головки мощность	4 кВт/400В /50 Гц
Скорость реза	182,2 м/мин
Фрезерная головка	Ø 85мм с 5 сменными твердосплавными пластинами
Двигатель автоматической подачи	2 двигателя мощностью 120Вт/400В/3фазный/50 Гц
Автоматическая регулировка скорости подачи с интервалом	0 - 1,2 м/мин
Масса машины UZ50 Triumph + манипулятор 3D	175 кг

5 Токарно-карусельный станок OMTG C5112

Токарно-карусельный станок DMTG C5112 с УЦИ с одной стойкой предназначен для черновой и чистовой обработки деталей из черных и цветных металлов в единичном и серийном производстве. Станок этой серии позволяет производить обработку простых и сложных деталей с обеспечением стабильной точности в сочетании с широкими технологическими возможностями. Кинематика станка позволяет производить наружное и внутреннее точение цилиндрических и конических поверхностей, точение торцевых поверхностей, сверление, зенкерование и развертывание отверстий в оси детали. Узлы станка в линейном направлении перемещаются по направляющим скольжения с приводом от шариковинтовой пары (таблица 9).

Таблица 9 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Максимальный диаметр точения, мм	1250
Диаметр стола, мм	1000
Максимальный вес детали, т	3,2
Частота вращения стола, об/мин	6.3-200
Количество скоростей стола	16
Максимальный крутящий момент на столе, кНм	17,5
Максимальный крутящий момент двигателя подачи, Нм	22
Ход траверсы, мм	900
Скорость перемещения траверсы, м/мин	0,66
Мощность главного привода, кВт	22
Габариты станка (ДхШхВ), мм	2277x2540x3403
Вес станка, кг	9500

6 Дробемётный аппарат 4Б114

Аппараты дробеметные предназначены для создания концентрированного высокоскоростного (70...80 м/с) дробепотока с целью очистки дробеметным способом отливок от остатков формовочной земли, стержней, окалины; поковок, штамповок, листового и профильного проката от окалины и ржавчины, а также с целью поверхностного упрочнения деталей (наклеп) (таблица 10).

Таблица 10 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Диаметр рабочего колеса, мм	380
Частота вращения рабочего колеса, об/мин	3000
Количество лопастей, шт	6
Габариты аппарата (ДхШхВ), мм	700x550x440
Масса аппарата, кг	250

7 Сборочный стенд

Сборочный стенд состоит из сварочного вращателя с вертикальным пневмоприжимом, где для сборки используется источник питания для ручной дуговой сварки. Сварочный вращатель РТ-1500 предназначен для сборки и

сварки кольцевых швов тел вращения, позиционирования сварных конструкций в удобные для сварки положения без применения подъемно-транспортного оборудования и рабочей силы. Наклон планшайбы от 0 до 135 градусов позволяет осуществлять сборку изделия в вертикальном положении с использованием вертикальных пневмоприжимов. А автоматическое вращение планшайбы позволяет производить сборочные работы в одном положении. Данный вращатель имеет грузоподъемность 1500кг.

Вертикальный пневмоприжим Yilmaz KM215 обеспечивает нагрузку, необходимую для того, чтобы прочно закрепить изделие на сборочном стенде.

В качестве источника питания применяется инверторный источник для ручной дуговой сварки Pico 350 (таблица 11).

Таблица 11 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Диапазон регулирования сварочного тока, А	10-350
Продолжительность включения при токе 250 А, %	100
Частота сети, Гц	50/60
Габариты аппарата (ДхШхВ), мм	515x185x350
Вес аппарата, кг	16,5

8 Сварочный стенд №1

Сварочный стенд состоит из приспособления ФЮРА.044641.002.007СБ, сварочной колонны ПК-2 и сварочного выпрямителя ВДУ 1250, трансформатора ТДФЖ-1250 в комплексе со сварочной головкой АДФ-2500 для сварки под слоем флюса.

Сварочная колонна ПК-2 предназначена для перемещений самоходных сварочных автоматов при сварке линейных и кольцевых швов.

Колонна состоит из основания, стойки, консоли, каретки и привода подъема и опускания консоли.

Вертикальное перемещение каретки с консолью осуществляется от электродвигателя, через двух ступенчатую зубчатую передачу, ходовой винт и гайку, укрепленную на каретке.

Каретка перемещается по вертикальным направляющим стойки на четырех роликах. Стойку с консолью поворачивают вокруг основания вручную и фиксируют фрикционным зажимом (8).

Технические характеристики колонны приведены в таблице 12.

Таблица 12 – Технические характеристики колонны ПК-2 [13]

Технические характеристики	Значения
Высота уровня сварки, мм:	
Наименьшая	800;
Наибольшая	2400
Вылет консоли от оси колонны до оси электрода, мм:	
Наименьший	1100;
Наибольший	2000
Скорость горизонтального перемещения консоли, м/мин:	1
Скорость подъема/опускания консоли, м/мин	2
Угол поворота стойки, град	360
Габаритные размеры (ДхШхВ), мм	2380x100x4500
Масса, кг	2100

9 Сварочный стенд №2

Сварочный стенд состоит из сварочного манипулятора, сварочной колонны ПК-2 и сварочного выпрямителя ВДУ 1250, трансформатора ТДФЖ-1250 в комплексе со сварочной головкой АДФ-2500 для сварки под слоем флюса. Компоновка оборудования показана на чертеже ФЮРА.044641.003.007СБ (Приложение Б).

Универсальный сварочный вращатель TRP 2000 с подъемной планшайбой (таблица 13).

Таблица 13 – Технические характеристики [13]

Наименование параметра	Значения
Грузоподъемность, кг	2000
Подъем планшайбы, мм	
минимальная высота	1200;
максимальная высота	2200
Скорость вращения миним÷макс , об/мин	0.017 ÷ 0.50

Движение осуществляется при помощи гидроцилиндра с предохранительным клапаном и «центральным» клапаном, что позволяет сохранять постоянную скорость наклона, даже если эксцентрическая нагрузка станет причиной изменений в крутящем моменте.

Расчёт параметров режимов сварки

В сварной барабан лебедки 1 продольный стыковой шов с толщиной стенки листа 15 мм, и 8 кольцевых угловых шва с катетом 10 мм. Для расчета параметров режимов сварки воспользуемся методикой, описанной в пособии Е.А. Трущенко [14].

Расчёт стыкового соединения

Толщину 15 мм при сварке под слоем флюса возможно сварить за один проход используя медный ползун. В соответствии с ГОСТ 8713-79 [15] принимаем тип разделки С4 автоматическая сварка на медном ползуне (АФп), для данного типа соединения установлены следующие геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Геометрические размеры подготовки кромок под сварку и сварного шва [15]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		$s = s_1$	b		e , не более	$g - g_1$		e_1	
	подготовленных кромок	сварного шва		Номин.	Пред. откл.		Номин.	Пред. откл.	Номин.	Пред. откл.
С4			15 - 18	5	+2	36	2,0	±5,1	16	±4,0

Площадь наплавки обычно находят как сумму площадей элементарных геометрических фигур:

$$F_n = b \cdot S + 0,75 \cdot g \cdot e + 0,75 \cdot g_1 \cdot e_1, (4)$$

где – размеры конструктивных элементов сварного соединения. S , b , e , g , e_1 , g_1

Тогда задавшись всеми имеющимися значениями, и подставив их в формулу (4) получим:

$$F_n = 5 \cdot 15 + 0,75 \cdot 2,0 \cdot 36 + 0,75 \cdot 2,0 \cdot 16 = 153 \text{ мм}^2.$$

Общую площадь поперечного сечения наплавленного и расплавленного металлов найдем по формуле:

$$F = 0,73 \cdot e \cdot (S + g + g_1) = 0,73 \cdot 36 \cdot (15 + 2 + 2) = 500 \text{ мм}^2. \quad (5)$$

Выбирают силу сварочного тока, обеспечивающую заданную глубину проплавления:

$$I_{св} = \frac{H_{np} \cdot 100}{k_h}, \quad (6)$$

где H_{np} - необходимая глубина провара при сварке с одной стороны, мм;

K_h - коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки.

Таким образом, подставив значения в формулу (6) получим:

$$I_{св} = \frac{15 \cdot 100}{1,25} = 1200 \text{ А},$$

принимаем $I_{св} = 1200 \text{ А}$.

Диаметр электродной проволоки может быть определен по формуле:

$$d_s = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{I_{св}}{j}}, \quad (7)$$

где j - допустимая плотность тока.

Принимаем плотность тока j равной 60 А/мм^2 . Подставляем значения в (7) и находим диаметр электрода:

$$d_s = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1200}{60}} = 5 \text{ мм},$$

принимаем $d_s = 5 \text{ мм}$

Определяем напряжение дуги по формуле:

$$U_d = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_s}} \cdot I_{св} \pm 1 = 20 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{5}} \cdot 1200 \pm 1 = 47 \text{ В}. \quad (8)$$

Коэффициент формы провара

$$\psi_{np} = K \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_s \cdot U_d}{I_{св}}, \quad (9)$$

где K - коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности;

d_3 – диаметр электродной проволоки, мм.

Коэффициент K' определяется следующим образом:

$$K' = 0,367 \cdot j^{0,1925} = 0,367 \cdot 60^{0,1925} = 0,81. \quad (10)$$

Подставляем все известные значения в формулу (9) и получаем:

$$\psi_{np} = 0,81 \cdot (19 - 0,01 \cdot 1200) \cdot \frac{5 \cdot 47}{1200} = 1,1.$$

Полученное значение коэффициента формы провара попадает в допустимый диапазон значений, следовательно, режимы оптимальны и подобраны верно. $0,8 \leq \psi_{np} \leq 4$

Коэффициент расплавления

$$\alpha_p = \alpha_p^m + \alpha_p^o, \quad (11)$$

где α_p^o – составляющая коэффициента расплавления, обусловливаемая тепловложением дуги;

α_p^m – составляющая, зависящая от тепловложения вследствие предварительного нагрева вылета электрода протекающим током. Согласно [14] принимаем $\alpha_p^o = 11,6 \text{ } \varrho / A \cdot \text{ч}$.

$$\alpha_p^m = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{cs}} \cdot \frac{l_b}{d_3^2}, \quad (12)$$

где l_b – величина вылета.

Величина вылета электрода рассчитывается следующим образом:

$$l_b = 10 \cdot d_{эл} \pm 2 \cdot d_{эл} = 10 \cdot 5 \pm 2 \cdot 5 = 50 \pm 10 \text{ мм}, \quad (13)$$

принимаем $l_b = 50$ мм.

Тогда подставив значения в формулу (12), получим:

$$\alpha_p^m = 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{1200} \cdot \frac{5}{0,5^2} = 2,1 \text{ } \varrho / A \cdot \text{ч}.$$

Коэффициент расплавления определим по формуле (11):

$$\alpha_p = 11,6 + 2,1 = 13,7 \text{ } \varrho / A \cdot \text{ч}.$$

Скорость сварки:

$$V_{cs} = \frac{\alpha_p \cdot I_{cs}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_u} = \frac{13,7 \cdot 1200}{3600 \cdot 7,8 \cdot 153 \cdot 10^{-2}} = 0,38 \text{ см/с} = 14 \text{ м/ч}. \quad (14)$$

Скорость подачи электродной проволоки:

$$V_{\text{пэл}} = \frac{\alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{F_{\text{эл}} \cdot \gamma} = \frac{13,7 \cdot 1200}{0,196 \cdot 7,8} = 10753 \text{ см/ч} = 108 \text{ м/ч} . \quad (15)$$

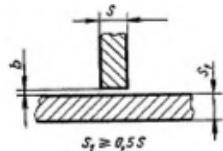
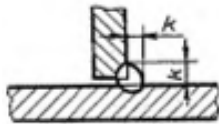
Погонная энергия:

$$q_n = \frac{I_{\text{св}} \cdot U_d \cdot \eta}{V_{\text{св}}} = \frac{1200 \cdot 47 \cdot 0,9}{0,38} = 133578 \text{ Дж/см} . \quad (16)$$

Расчёт углового соединения

Для сварки кольцевых угловых швов тип соединения применяется Т1 и Т3 в соответствии с ГОСТ 8713-79 [15] для данного типа соединения установлены следующие геометрические размеры подготовки кромок под сварку и размеры сварного шва, которые представлены в таблице 15.

Таблица 15– Конструктивные элементы сварного соединения [15]

Условное обозначение сварного соединения	Конструктивные элементы		b		S, мм	K, мм
	Подготовка кромок сварных деталей	Шва сварного соединения	Номин. Откл.	Предел. Откл.		
Т1 (Т3)			0	+1,5	Св. 5 до 40	10

Для угловых швов глубина провара определяется по формуле:

$$H_{\text{пр}} = 0,6 \cdot \delta , \quad (17)$$

где δ - толщина металла.

Тогда:

$$\delta = 0,6 \cdot 10 = 6 \text{ мм} .$$

Расчет силы сварочного тока, напряжения, диаметра сварочной проволоки, скорости сварки, погонной энергии, скорости подачи присадочной проволоки аналогичен п.4.1. В таблице 16 приведены общие параметры режимов сварки для стыкового и углового швов.

Таблица 16 – Параметры режимов автоматической сварки под флюсом

Тип шва	Диаметр проволоки, мм	Сила тока, А	Напряжение, В	Скорость сварки, м/ч	Скорость подачи эл-ной проволоки, м/ч	Коэффициент наплавки, г/А*ч	Площадь наплав. металла, мм ²
С4	5	1100-1200	46-48	13-15	105-109	13,7	153
T1 (T3)	5	450-500	30-32	15-17	50-52	13,0	50

Разработка технологии барабана лебедки

Анализ базовой технологии изготовления барабана

Базовая технология механизированной сварки в защитных газах барабанов лебедки имеет ряд недостатков. Главным является влияние человеческого фактора на качество сварных соединений вследствие низкой автоматизации труда. Это несет в себе большую вероятность появления дефектов соединений и как следствие дорогостоящий ремонт. Автоматизация позволит получать более качественные соединения.

При использовании Х-образного соединения в базовой технологии возникает большая вероятность появления трещины в корне шва. Что может повлечь за собой дорогостоящий ремонт изделия.

Необходимость защиты от светового и теплового излучения дуги.

Экономические затраты при массовом производстве выше вследствие оплаты дорогостоящего труда сварщиков соответствующей квалификации, а также затрат на защитный газ.

Автоматизация сварки барабанов лебедки позволит:

- а) повысить качество соединений;
- б) сократить экономические затраты на производство.

Усовершенствованная технология изготовления барабана

005 ВХОДНОЙ КОНТРОЛЬ

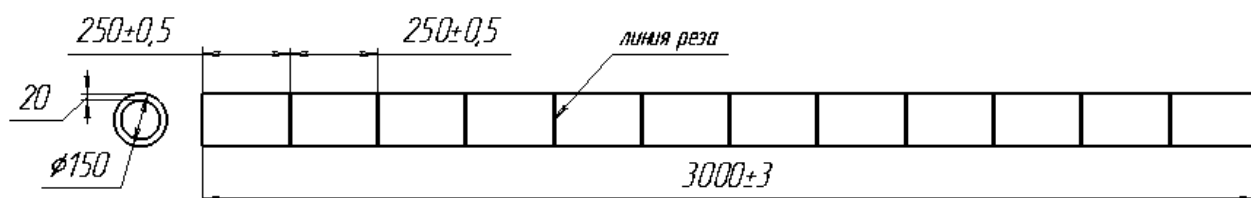
1. Проверить наличие сертификата на основной материал марки сталь 20.
2. Установить соответствие химического состава и механических свойств стали, представленными в сертификате с химическим составом, маркировкой и механическими свойствами данной стали по ГОСТ 1050-88 [8].

3. Проверить внешним осмотром наличие заусенец, неровностей, вмятин на обечайках. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 с диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Натёки зачистить.

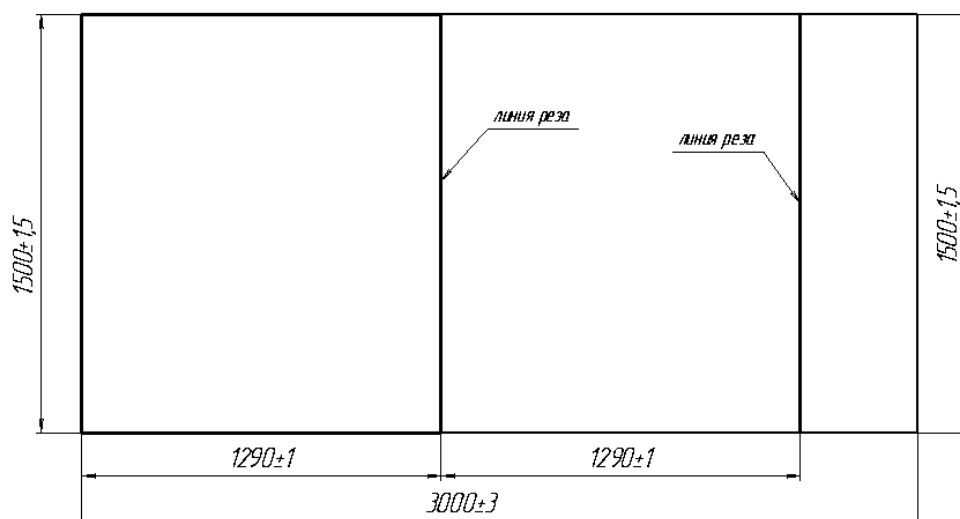
Инструмент: УШС 3 ГОСТ 15150-69 [16], щетка стальная.

010 РЕЗКА

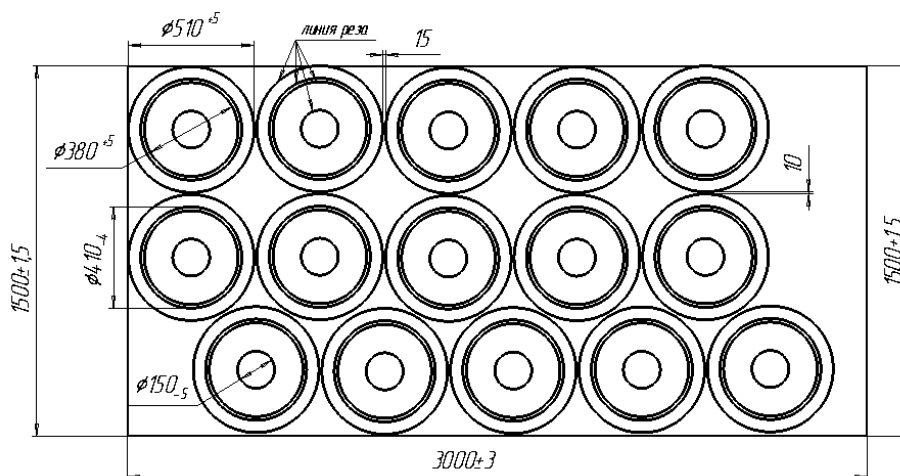
1. Вырезать заготовки из листа 1500x3000x15 мм и трубы $\text{Ø}150 \times 3000 \times 20$ мм, выдерживая размеры, согласно карте эскизов. Учитывая условия массового производства барабанов предлагается схема раскроя заготовок, указанная на рисунке 3.



а) резка втулок



б) резка обечаек



в) резка реборт и внутренних колец

Рисунок 3 – Операция резки

Для изготовления втулок используется труба Ø150x3000x20 мм из нее получается 12 втулок. Для изготовления обечаек барабана используется лист 1500x3000x15 мм из него получается 2 обечайки (рисунок 3б). Для изготовления реборд и внутренних колец обечайки используется лист 1500x3000x15 мм из него получается 15 реборд и 15 колец (рисунок 3в).

Оборудование: Кран-балка, порталная машина газовой резки Eckert Jantar .

015 ЗАЧИСТКА КРОМОК

1. Удалить следы резов на величину 2-3 мм.

Оборудование: Кран-балка, фаскосниматель с автоматической подачей UZ Triumph , токарно-карусельный станок ОМТГ - С 5112.

020 ВАЛЬЦОВКА

1. Вальцевать лист до радиуса 205 мм.

Оборудование: Кран-балка, листогиб трехвалковый гидравлический 3 R HS 20-300 Sahinler .

025 ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОБРАБОТКА

1. Зачистить кромки под сварку.

Оборудование: Кран-балка, дробеметный аппарат 4Б114

030 СБОРКА ОБЕЧАЙКИ

1. Установить обечайку барабана в приспособление ФЮРА.044641.002.007 СБ. При сборке обеспечить зазор не более 5 мм по всей длине шва.

2. Приварить выводные планки размером 80x100x15 ручной дуговой сваркой.

Оборудование: Кран-балка, приспособление ФЮРА.044641.002.007 СБ, сварочный инвертор Росо 350.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75 [17], лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83 [18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19].

035 СВАРКА ОБЕЧАЙКИ

1. Выполнить автоматическую сварку под флюсом в соответствии с режимами, приведенными в таблице 16.

2. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.

3. Отрезать выводные планки. Зачистить место приварки.

Оборудование: приспособление ФЮРА.044641.002.007 СБ, сварочная колонна ПК-2, сварочный выпрямитель ВДУ 1250, трансформатор ТДФЖ-1250 сварочная головка АДФ-2500.

040 КОНТРОЛЬ ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ

1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. 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. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 8713-79 [15]. Проверить ширину шва, высоту усиления.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75

[17], лупа измерительная ЛИП-3-10 × ГОСТ 25706-83[18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19], щетка стальная.

045 КОНТРОЛЬ УЗК

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%.

Оборудование: УД2-12.

050 ДРОБЕСТРУЙНАЯ ОЧИСТКА

1. Выполнить дробеструйную очистку обечайки.

Оборудование: Кран-балка, дробеметный аппарат 4Б114

055 СБОРКА БАРАБАНА ЛЕБЁДКИ

1. Установить обечайку барабана на сварочный вращатель согласно чертежу ФЮРА.044641.003.007 СБ.

2. Собрать на прихватках реборды, выдерживая размеры, согласно чертежу ФЮРА.044641.001.007 СБ. Прихватки выполнить ручной дуговой сваркой длиной 20-30 мм не менее 3х.

3. Собрать на прихватках внутреннее кольцо с втулкой согласно чертежу ФЮРА.044641.001.007 СБ. Прихватки выполнить ручной дуговой сваркой длиной 20-30 мм не менее 3х.

Оборудование: Кран-балка, универсальный сварочный вращатель TRP 2000 , колонна сварочная ПК-2, сварочный инвертор Pico 350.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75

[17], лупа измерительная ЛИП-3-10 ^x ГОСТ 25706-83[18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19], щетка стальная.

0 60 СВАРКА БАРАБАНА ЛЕБЁДКИ

1. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом верхней и нижней реборды с обечайкой в соответствии с режимами, приведенными в таблице 16.

2. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.

3. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом внутреннего кольца с обечайкой и втулки с кольцом, в соответствии с режимами, приведенными в таблице 16.

4. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.

Оборудование: универсальный сварочный вращатель TRP 2000 , сварочная колонна ПК-2, сварочный выпрямитель ВДУ 1250, трансформатор ТДФЖ-1250 сварочная головка АДФ-2500.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75

[17], лупа измерительная ЛИП-3-10 ^x ГОСТ 25706-83[18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19], щетка стальная.

065 СБОРКА

1. Кантовать барабан лебёдки.

2. Собрать на прихватках внутреннее кольцо с втулкой согласно чертежу ФЮРА.044641.001.007 СБ. Прихватки выполнить ручной дуговой сваркой длиной 20-30 мм не менее 3х.

Оборудование: Кран-балка , сварочный инвертор Рісо 350.

0 70 СВАРКА БАРАБАНА ЛЕБЁДКИ

1. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом верхней и нижней реборды с обечайкой в соответствие с режимами, приведенными в таблице 16.

2. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.

3. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом внутреннего кольца с обечайкой и втулки с кольцом, в соответствие с режимами, приведенными в таблице 16.

4. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.

Оборудование: универсальный сварочный вращатель TRP 2000 , сварочная колонна ПК-2, сварочный выпрямитель ВДУ 1250, трансформатор ТДФЖ-1250 сварочная головка АДФ-2500.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75

[17], лупа измерительная ЛИП-3-10 x ГОСТ 25706-83[18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19], щетка стальная.

075 КОНТРОЛЬ ВИЗУАЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ

1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. 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. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 8713-79 [14]. Проверить ширину шва, высоту усиления.

Инструмент: линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75

[17], лупа измерительная ЛИП-3-10^x ГОСТ 25706-83[18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19], щетка стальная.

0 80 КОНТРОЛЬ УЗК

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%.

Оборудование: УД2-12.

Контроль качества сварных соединений

Дефектом называют недопустимые отклонения от требований нормативно-технического документа на конкретное изделие. Вид контроля качества сварных соединений выбирается в зависимости от назначения барабана лебёдки и от требований, предъявляемых к ней в соответствии с техническими условиями. Для проверки качества сварки в готовом изделии существуют следующие виды контроля: внешний осмотр и измерение сварных соединений, испытание на плотность, просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами, контроль ультразвуком, магнитные методы контроля, металлографические исследования, механические испытания.

Внешний осмотр (ГОСТ 3242-79 [20]). Служит для определения наружных дефектов в сварных швах. Производится невооруженным глазом или с помощью лупы 10-кратного увеличения. Перед осмотром сварной шов и прилегающую к нему поверхность металла шириной 20+20 мм очищают от шлака, брызг и загрязнений. Размеры сварного шва и дефектных участков определяют измерительным инструментом и специальными шаблонами. Границы трещин выявляют путем засверливания, подрубки металла зубилом, шлифовки дефектного участка и последующего травления. В случаях, когда необходима термическая обработка сварных стыков, внешний осмотр и измерения следует производить до и после термообработки.

В качестве инструментов для ВИК применяются линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75 [17], лупа измерительная ЛИП-3-10^x ГОСТ 25706-83 [18], УШС 3 ГОСТ 15150-69 [19], щетка стальная.

Ультразвуковой метод (ГОСТ 3242-79 [20], ГОСТ 22368-77 [21]). Основан на различном отражении направленного пучка высокочастотных звуковых колебаний (0,8-2,5 МГц) от металла (сварного шва) и имеющихся в нем дефектов в виде несплошностей. Для получения ультразвуковых волн используют пьезоэлектрические пластинки из кварца или титаната бария, которые вставляют в держатели-щупы. Отраженные колебания улавливают искателем, преобразуют в электрические импульсы, подают на усилитель и воспроизводят индикатором. Для обеспечения акустического контакта поверхность изделия в месте контроля обильно покрывают маслом (автол марок 6, 8, 18; компрессорное масло и т. д.). Предельная чувствительность при толщине металла свыше 10 до 50 мм 2-7 мм².

В качестве инструментов для УЗК применяется ультразвуковой дефектоскоп УД2-12 (таблица 17).

Таблица 17 – Технические характеристики ультразвукового дефектоскопа УД2-12 [22]

Номинальные частоты, МГц	1,25; 1,8; 2,5; 5,0; 10,0
Диапазон зоны контроля при работе с преобразователями, мм:	
- прямыми	5...400
- раздельно-совмещенными	1...30
- наклонными	1...50
Длительность развертки, мс	15...1500
Абсолютная чувствительность на частоте 1,25 МГц, дБ	не менее 100
Неравномерность выравнивания амплитуд сигналов в диапазоне зоны контроля, дБ	6
Питание, В:	
- от сети переменного тока частотой 50Гц	220;
- от аккумуляторной батареи	36; 24; 12
Время непрерывной работы от аккумуляторной батареи, ч	8
Габаритные размеры, мм	170x280x350
Масса с аккумуляторной батареей, кг	8,4
Температура окружающего воздуха, °С	-10...+50

5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность сварки барабана лебедки БК410 автоматической сваркой под слоем флюса.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи :

- оценить потенциальных потребителей результатов технического проектирования ;
- определить трудоемкость выполненной работы и разработать график проведения исследования;
- провести расчет норм времени на сварку ;
- рассчитать смету проекта .

5.1 Потенциальные потребители результатов разработки технологии

Выпускная квалификационная работа по теме « Разработка технологии изготовления барабана лебедки подъемного крана» выполняется для организации ООО « ВологдаТочМаш ». Заинтересованными лицами в полученных данных будут являться сотрудники организации. Суть работы заключается в замене текущей технологии сварки барабана лебедки (механизированная сварка в среде защитных газов) на более производительный способ автоматической сварки под слоем флюса.

Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании. Карта представлена в таблице 18, где видно, что основными сегментами являются крупные и средние компании нефтяной и строительных отраслей с высоким и средним уровнем использования на территории своих объектов. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

Таблица 18 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль		
		Нефтяная	Строительная	Транспортная
Размер компании	Крупные			
	Средние			
	Мелкие			
Уровень потребления продукции	Высокий			
	Средний			
	Низкий			

5.2 Планирование проект а

5.3.1 План проекта

При создании нового технологического процесса необходимо правильно планировать сроки выполнения отдельных этапов работ, учитывать расходы на материалы, заработную плату. А также оценивать наиболее правильный вариант разработки процесса.

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

Таблица 19 – Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления разработки технологии	3	Поиск и изучение материала по теме	Студент
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, студент
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические разработки	6	Изучение литературы по теме	Студент
	7	Подбор нормативной документации	

	8	Изучение механизированной сварки	
Практические разработки	9	Сварка контрольных образцов исследуемыми методами.	Студент
	10	Изучение результатов проведенной сварки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, студент
	12	Заключение	

5.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ по проекту и разработка графика

Диаграмма Ганта – горизонтальный линейный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

На основе таблицы 19 рассчитаем временные показатели проведения работ.

Таблица 20 – Временные показатели проведения технического проектирования

Название работы	Трудоемкость работ			Исполнители
	t_{\min} , чел-дни	t_{\max} , чел-дни	$t_{\text{ож}} i$, чел-дни	
Составление и утверждение технического задания Выдача задания на тему Постановка задачи	1	1	1	Руководитель
Определение стадий, этапов и сроков разработки	1	1	1	Руководитель, Студент
Поиск и изучение материалов по теме	15	30	15	Студент
Анализ существующего опыта	3	7	5	Студент
Подбор нормативных документов	3	7	5	Студент
Согласование полученных данных с руководителем	1	2	1	Руководитель, Студент
Разработка технологии сварки барабана лебедки БК410	10	15	15	Руководитель Студент
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,5	Студент
Анализ результатов	1	2	1,5	Студент
Составление пояснительной записки	2	3	2,3	Студент

На основании таблицы 20 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени ВКР.

Таблица 21 – Календарный план-график проведения работ

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т _{кi} , кал. дн.	Продолжительность выполнения работ										
				апрель			май			июнь				
				1	10	20	1	10	20	1	10	19		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	0,33		—									
2	Выдача задания на тему	Руководитель	0,33		—									
3	Постановка задачи	Руководитель	0,33		—									
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель, Студент	1		— —									
5	Поиск и изучение материалов по теме	Студент	15			—								
6	Анализ существующего опыта	Студент	5				—							
7	Подбор нормативных документов	Студент	5				—							
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель, Студент	1					— —						
9	Разработка технологии сварки барабана лебедки БК410	Руководитель Студент	15					— —	—					
10	Оценка эффективности полученных результатов	Студент	1,5							—				
12	Работа над выводом	Студент	1,5							—				
13	Составление пояснительной записки	Студент	2,3							—				

— студент; — руководитель. —

5.3 Расчет 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 на производстве и с учетом опыта передовых рабочих.

Нормирование механизированной сварки в среде углекислого газа и автоматической сварки под слоем флюса проводим по методике, изложенной в [23]. Рассчитаем основное время для каждого типа соединения:

Основные сварочные параметры, используемые в расчетах, представлены в таблице 22.

Таблица 22 – Основные сварочные параметры

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы			
	Механизированная сварка в защитном газе (МЗ)		Автоматическая сварка под слоем флюса (АФ)	
	Стыковое соед .	Кольцевое соед .	Стыковое соед .	Кольцевое соед .
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	112	50	153	50
Диаметр проволоки, мм	1,6	1,6	5	5
Сила тока, А	300	230	1200	480
Напряжение, В	28	27	47	31
Скорость сварки, м/ч				
I проход	14	16	14	16
II - III проходы	10	13	-	-
Скорость подачи эл-ной проволоки, м/ч	233	254	107	51
Коэффициент наплавки, г/А*ч	10,8	12,2	13,7	13,0
Суммарная длина сварных швов, м	1,5	8,5	1,5	8,5

Рассчитаем основное время для каждого типа соединения (таблица 23).

Таблица 23 – Определение основного времени на сварку

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы			
	МЗ		АФ	
	Стыковое соед .	Кольцевое соед .	Стыковое соед .	Кольцевое соед .
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	112	50	153	50
Скорость сварки, м/ч				
I проход	14	16	14	16
II - III проходы	10	13	-	-
Коэффициент наплавки	10,8	12,2	13,7	13,0
Плотность наплавляемого металла	7,8	7,8	7,8	-
Сила тока	300	230	1200	480

Расчет основного времени на сварку для МЗ производится по формуле:

$$t_0 = \sum \frac{60}{V_{св}}, \quad (18)$$

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

Подставляем значения в формулу (18) и получаем для сварки продольного шва:

$$t_0 = 60 \cdot \left(\frac{1}{14} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right) = 16,3 \text{ мин.}$$

Для кольцевых швов:

$$t_0 = 60 \cdot \left(\frac{1}{16} + \frac{1}{13} \right) = 8,4 \text{ мин.}$$

Определение основного времени для АФ производится по формуле (18) и получаем для сварки продольного шва:

$$t_0 = \frac{60}{14} = 4,3 \text{ мин.}$$

Для кольцевых швов:

$$t_0 = \frac{60}{16} = 3,8 \text{ мин.}$$

Разница во времени основной сварки между МЗ и АФ, составляет для продольного шва – 12 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 74 %, для кольцевого шва – 4,6 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 56 %,.

Необходимое значения времени, для расчета $t_{в.ш.}$, $t_{в.и.}$ и $k_{об}$ для МЗ и АФ получены из [23] (таблица 24).

Таблица 24 – Вспомогательное время, связанное со сваркой шва

	МЗ	АФ
Элементы работы	Время на 1м/мин	Время на 1м/мин
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	0,1
Осмотр и промер шва	0,37	0,3
Удаление остатка проволоки из головки полуавтомата. Смена кассет. Подача проволоки в головку полуавтомата	0,1	0,1
Подтягивание проводов	0,25	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	2,87	1,05

Разница во вспомогательном времени сварки между МЗ и АФ, составляет 1,82 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 63 %.

Таблица 25 – Вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования

	МЗ	АФ
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Установка полуавтомата в начале шва, возврат, отключение	2,7	2,7
Установка, снятие и транспортировка изделия	3	3
Закрепление, открепление	0,5	0,5
Перемещения сварщика в исходное положение	-	-
Клеймение шва	0,21	0,21
Итого	6,41	6,41

Разница во вспомогательном времени, связанном с изделием и работой оборудования между МЗ и АФ отсутствует (таблица 25).

Таблица 26 – Подготовительно-заключительное время, связанное с наладкой и переналадкой оборудования

	МЗ	АФ
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
Получение производственного задания, документации, указаний и инструктажа мастера, получение инструмента	4	4
Ознакомление с работой	3	3
Подготовка к работе баллона с газом, подключение (отключение) и продувка шлангов	4	-
Установка, настройка и проверка режимов сварки	3	3
Подготовка рабочего места и приспособлений к работе	4	4
Сдача работы	2	2
Итого	20	16

Разница в подготовительно-заключительном времени между МЗ и АФ, составляет 4 мин, что в процентном соотношении дает увеличение времени на 20 % (таблица 26).

Таблица 27 – Штучное время

	МЗ	АФ
Элементы работы	Время, мин	Время, мин
t_0 – основное время на сварку, мин/м продольный шов кольцевые швы	16,3 8,4	4,3 3,8
$t_{в.ш.}$ - вспомогательное время, связанное со свариваемым швом на 1 пог.м шва в мин	2,87	1,05
l – длина швов, м продольный шов кольцевые швы	1,5 8,5	1,5 8,5
$t_{в.и.}$ –вспомогательное время, связанное с изделием и работой оборудования	6,41	6,41
$k_{об}$ – коэффициент, учитывающий затраты времени на обслуживание рабочего места, отдых и естественные надобности	1,15	1,15

Определение штучного времени сварки производится по формуле:

$$T_{шт} = [(t_0 + t_{в.ш.}) \cdot l + t_{в.и.}] \cdot K_{об}, \quad (19)$$

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

$t_{в.ш.}$ - 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 (19) и получаем для МЗ:

для продольного шва:

$$T_{шт1} = [(16,3 + 2,87) \cdot 1,5 + 6,41] \cdot 1,12 = 39 \text{ мин};$$

для кольцевых швов:

$$T_{шт2} = [(8,4 + 2,87) \cdot 8,5 + 6,41] \cdot 1,12 = 112 \text{ мин};$$

$$T_{шт} = T_{шт1} + T_{шт2} = 39 + 112 = 151 \text{ мин}.$$

Подставляем значения в формулу (19) и получаем для АФ:

для продольного шва:

$$T_{ум1} = [(4,3 + 1,05) \cdot 1,5 + 6,41] \cdot 1,15 = 16 \text{ мин};$$

для кольцевых швов:

$$T_{ум2} = [(3,8 + 1,05) \cdot 8,5 + 6,41] \cdot 1,15 = 52 \text{ мин};$$

$$T_{ум} = T_{ум1} + T_{ум2} = 16 + 52 = 68 \text{ мин}.$$

Разница в штучном времени сварки между МЗ и АФ, составляет 83 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 55 % (таблица 27).

Таблица 28 – Количество сваренных деталей на рабочую смену

	МЗ	АФ
$T_{см}$ – продолжительность одной рабочей смены	8	8
$T_{шт}$ – штучное время	151	68

Определение размера партии производится по формуле:

$$n = \frac{T_{см} \cdot 60}{T_{шт}}, \quad (20)$$

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

$T_{шт}$ – штучное время, мин.

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

$$n = \frac{8 \cdot 60}{151} \approx 3 \text{ шт / см.}$$

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

$$n = \frac{8 \cdot 60}{68} \approx 7 \text{ шт / см.}$$

Разница в размере партии между МЗ и АФ, составляет 4 шт , что в процентном соотношении дает увеличение количества на 57 % (таблица 28).

Таблица 29 – Штучно-калькуляционное время

	МЗ	АФ
$T_{шт}$ – штучное время	151	68
$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время	20	16
n – размер партии	3	7

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

$$T_{шк} = T_{шт} + \frac{t_{п.з.}}{n}, \quad (21)$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин;

$t_{п.з.}$ – подготовительно заключительное время;

n – размер партии.

Подставляем значения в формулу (21) и получаем для МЗ:

$$T_{шк} = 151 + \frac{20}{3} = 158 \text{ мин};$$

Подставляем значения в формулу (21) и получаем для АФ:

$$T_{шк} = 68 + \frac{16}{7} = 70 \text{ мин}.$$

Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между МЗ и АФ, составляет 88 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 56 % (таблица 29).

Таблица 30 – Масса наплавленного металла шва

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые способы			
	МЗ		АФ	
	Стыковое соед .	Кольцев ое соед .	Стыковое соед .	Кольцевое соед .
F_n - площадь наплавленного металла, мм ²	112	50	153	50
γ - плотность наплавленного металла	7,8	7,8	7,8	7,8
Суммарная длина сварных швов, м	1,5	8,5	1,5	8,5

Определение массы наплавленного металла шва производится по формуле:

$$G_n = F \cdot l \cdot \gamma, \quad (22)$$

где F – площадь наплавленного металла, мм²;

l – длина шва, м;

γ - плотность наплавляемого металла.

Подставляем значения в формулу (22) и получаем для продольного шва и кольцевых швов МЗ:

$$G_n = 112 \cdot 1,5 \cdot 7,8 + 50 \cdot 8,5 \cdot 7,8 = 4,6 \text{ кг}.$$

Подставляем значения в формулу (22) и получаем для продольного шва и кольцевых швов АФ:

$$G_n = 153 \cdot 1,5 \cdot 7,8 + 50 \cdot 8,5 \cdot 7,8 = 5,1 \text{ кг}$$

Разница массе наплавленного металла между МЗ и АФ, составляет 0,5 кг, что в процентном соотношении дает увеличение массы на 10 % (таблица 30).

5.4 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. При их определении во внимание следует принимать лишь релевантные затраты, то есть такие, которые будут различаться в сравниваемых вариантах и которые могут повлиять на выбор лучшего варианта.

Текущие затраты на сварочные работы состоят из следующих пунктов:

- сварочные материалы;
- сварочный флюс;
- защитный газ;
- основная зарплата;
- социальные цели;
- электроэнергия;
- ремонт оборудования.

5.5.1 Затраты на сварочные материалы

Таблица 31 – Затраты на сварочные материалы

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/ изд	4,6	5,1
k_n – коэффициент, учитывающий отношение веса электродов или проволоки к весу наплавленного металла	1,08	1,08
Π_{cm} – цена электродной проволоки, руб /кг СВ-10Г2 СВ-08Г2С	215	145

Определение затрат на сварочные материалы производится по формуле:

$$C_{cm} = g_{nm} \cdot k_n \cdot \Pi_{cm}, (23)$$

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

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

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

Подставляем значения в формулу (23) и получаем для МЗ:

$$C_{cm} = 4,6 \cdot 1,08 \cdot 215 = 1068 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (23) и получаем для АФ:

$$C_{cm} = 5,1 \cdot 1,08 \cdot 145 = 800 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочные материалы между МЗ и АФ, составляет 268 руб , что в процентном соотношении дает снижение затрат на 25 % (таблица 31).

5.5.2 Затраты на сварочный флюс

Таблица 32 – Затраты на флюс

Исходные данные и расчетная формула	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
g_{nm} – масса наплавленного металла, кг/ изд	-	5,1
Π_{ϕ} - цена за единицу флюса руб /кг	-	140
k_n - коэффициент, учитывающий отношение веса проволоки к весу наплавленного металла	-	1,3

Определение затрат на сварочный флюс производится по формуле:

$$C_{\text{флюс}} = 1,3 \cdot g_n \cdot C_{\text{ф}}, \quad (24)$$

где $g_{\text{нм}}$ – масса наплавленного металла, кг/изд

$C_{\text{ф}}$ – цена за единицу флюса руб/кг;

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

Подставляем значения в формулу (24) и получаем для АФ:

$$C_{\text{флюс1}} = 1,3 \cdot 5,1 \cdot 140 = 928 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на сварочный флюс между МЗ и АФ, составляет 928 руб, что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 100 %, т.к. при МЗ сварочный флюс не применяется (таблица 32).

5.5.3 Затраты на защитный газ

Таблица 33 – Затраты на защитный газ

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
$g_{\text{газ}}$ - норма расхода газа, л/мин	15	-
t_0 - основное время на сварку, мин/м	24,7	-
l - длина сварного шва, м/издел	10	-
$C_{\text{газ}}$ - цена за единицу газа руб/л	0,36	-

Определение затрат на защитный газ производится по формуле:

$$C_{\text{газ}} = g_{\text{газ}} \cdot t_0 \cdot l \cdot C_{\text{газ}}, \quad (25)$$

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

t_0 - основное время на сварку, мин/м;

l - длина сварного шва, м/издел ;

$C_{\text{газ}}$ - цена за единицу газа руб/л.

Подставляем значения в формулу (25) и получаем для автоматической сварки:

$$C_{\text{газ}} = 15 \cdot 24,7 \cdot 10 \cdot 0,36 = 1334 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на защитный газ между МЗ и АФ, составляет 1334 руб , что в процентном соотношении дает снижение затрат на 100 %, т.к. при АФ защитный газ не применяется (таблица 33).

5.5.4 Затраты на заработанную плату рабочих

Таблица 34 – Затраты на заработанную плату рабочих

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
$C_{\text{мз}}$ – среднемесячная заработная плата рабочих соответствующих профессий	50000	50000
$F_{\text{мр}}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц	172	172
$t_{\text{шк}}$ – штучно – калькуляционное время на выполнение операции, мин\ изд	158	70

Определение затрат на заработанную плату рабочих производится по формуле:

$$C_3 = \frac{C_{\text{мз}} \cdot t_{\text{шк}}}{F_{\text{мр}} \cdot 60}, \quad (26)$$

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

$F_{\text{мр}}$ – месячный фонд времени работы рабочих, часы/месяц;

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

Подставляем значения в формулу (26) и получаем для МЗ:

$$C_3 = \frac{50000 \cdot 158}{172 \cdot 60} = 766 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (26) и получаем для АФ:

$$C_3 = \frac{50000 \cdot 70}{172 \cdot 60} = 339 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на заработанную плату рабочих между МЗ и АФ, составляет 427 руб , что в процентном соотношении дает снижение затрат на 55 % (таблица 34).

5.5.5 Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Таблица 35 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
$k_{отч}$ – процент отчислений во внебюджетные фонды от основной и дополнительной заработной платы	30,2 %	30,2 %
$C_з$ – Затраты на заработанную плату рабочих	766	339

Определение затрат на отчисления во внебюджетные фонды производится по формуле:

$$C_{отч} = \frac{k_{отч} \cdot C_з}{100}, \quad (27)$$

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

$C_з$ – Затраты на заработанную плату рабочих

Подставляем значения в формулу (27) и получаем для МЗ:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 766}{100} = 231 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (27) и получаем для АФ:

$$C_{отч} = \frac{30,2 \cdot 339}{100} = 102 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на отчисления во внебюджетные фонды между МЗ и АФ, составляет 129 руб , что в процентном соотношении дает снижение затрат на 56 % (таблица 35).

5.5.6 Затраты на электроэнергию

Таблица 36 – Затраты на электроэнергию

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
U – напряжение, В	27	39
I – сила тока, А	265	840
t_o – основное время сварки, мин/м	24,7	8,1
l – длина сварного шва, м/ изд	10	10
η – коэффициент полезного действия источника питания	0,85	0,92
$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб	5,38	5,38

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_{эм} = \frac{U \cdot I \cdot t_o \cdot l}{60 \cdot \eta \cdot 1000} \cdot \Pi_{эл}, \quad (28)$$

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;

$\Pi_{эл}$ – стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.

Подставляем значения в формулу (28) и получаем для МЗ:

$$C_{эм} = \frac{27 \cdot 265 \cdot 24,7 \cdot 10}{60 \cdot 0,85 \cdot 1000} \cdot 5,38 = 186 \text{ руб/изд.}$$

Подставляем значения в формулу (28) и получаем для АФ:

$$C_{эм} = \frac{39 \cdot 840 \cdot 8,1 \cdot 10}{60 \cdot 0,92 \cdot 1000} \cdot 5,38 = 259 \text{ руб/изд.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между МЗ и АФ, составляет 73 руб , что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 28 % (таблица 36).

5.5.7 Затраты на ремонт оборудования

Таблица 37 – Затраты на ремонт оборудования

Исходные данные	Сравниваемые процессы	
	МЗ	АФ
Π_j – цена оборудования, руб : Сварог MIG 500 (N388); Сварочный автомат АДФ-2500; Выпрямитель ВДУ-1250.	194930 - -	- 343000 322446
$k_{рем}$ – коэффициент, учитывающий затраты на ремонт	0,25	0,25
$t_{штк}$ – штучно – калькуляционное время на выполнение операции, мин\ изд	158	70
$F_{ГО}$ – годовой фонд времени работы оборудования, ч	2000	2000
k_3 – коэффициент, учитывающий загрузку оборудования	0,8	0,8

Определение затрат на электроэнергию производится по формуле:

$$C_p = \frac{\sum_{j=1}^n \Pi_j \cdot k_{рем} \cdot t_{штк}}{F_{ГО} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (28)$$

где Π_j – цена оборудования соответствующего вида;

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

$t_{штк}$ – 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 (28) и получаем для МЗ:

$$C_p = \frac{194930 \cdot 0,25 \cdot 158}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 80 \text{ руб.}$$

Подставляем значения в формулу (28) и получаем для АФ:

$$C_p = \frac{(343000 + 322446) \cdot 0,25 \cdot 70}{2000 \cdot 0,8 \cdot 60} = 121 \text{ руб.}$$

Разница в затратах на электроэнергию между МЗ и АФ, составляет 41 руб , что в процентном соотношении дает увеличение затрат на 34 % (таблица 37).

5.5.8 Текущие затраты и расчет себестоимости сварного шва

Таблица 38 – Результаты расчетов себестоимости сварного шва

Наименование	МЗ	АФ	Сравнительная эффективность
1. Сварочные материалы	1068	800	268
2. Сварочный флюс	-	928	-928
3. Защитный газ	1334	-	1334
4. Основная зарплата	766	339	427
5. Отчисления во внебюджетные фонды	231	102	129
6. Электроэнергия	186	259	73
7. Ремонт	80	121	41
Итого	3665	2549	1344

По результатам расчетов разница в общих затратах на изготовление одного изделия между МЗ и АФ, составляет 1344 руб , что в процентном соотношении дает снижение затрат на 37 % (таблица 38).

Проведен технико –экономический анализ процесса сварки барабана лебедки БК410 диаметром 410 мм толщиной стенки 15 мм из стали 20 механизированной сваркой в среде защитного газа и автоматической сваркой под слоем флюса. Разница в штучно-калькуляционном времени сварки между МЗ (158 мин) и АФ (70 мин), составляет 88 мин, что в процентном соотношении дает уменьшение времени на 56 %. Стоимость изготовления барабана автоматической сваркой под слоем флюса составляет 2549, что дешевле на 1344 руб , чем при текущей технологии сварки в среде защитного газа, в процентном соотношении позволяет снизить затраты на 37 %.

Можно сделать вывод, что применение автоматической сварки под слоем флюса экономически оправдано.

6 Социальная ответственность

В данном разделе решается вопрос охраны труда сварщика на стадии сборки и сварки барабана лебёдки БК410.

Грузоподъемные машины являются узловым звеном в цепи транспортных технологий современных промышленных предприятий, влияющим на функционирование большинства технологических процессов во всех отраслях экономики.

Цех по производству барабанов лебёдки, находится в г.Томске . Общий размер цеха составляет 1400 м^2 . Рабочее место на сварочном участке, занимает площадь 120 м^2 . Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика должна быть не меньше $4,5 \text{ м}^2$.

6.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Правовую основу обеспечения безопасности жизнедеятельности составляют соответствующие законы и подзаконные акты, принятые представительными органами Российской Федерации (указы президента, постановления правительства РФ и входящих в неё государственных образований), местными органами власти и специально уполномоченными на то органами:

- министерство природных ресурсов РФ;
- государственный комитет РФ по охране окружающей среды;
- министерство труда и социального развития РФ;
- министерство здравоохранения РФ;
- министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, и их территориальные органы.

При подготовке сборочно-сварочных работ, инженеру сварочного производства необходимо руководствоваться следующими документами:

- правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. Минэнерго России) (7-ое издание) [24];
- СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение [25];
- ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности [26];
- СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [27];
- ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [28];
- ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [29];
- ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования [30];
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003 [31];
- СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996 [32];
- СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [33].

6.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование сварочного автомата А1416, источника питания ВДУ-1202 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» [34]. Перечень опасных и

вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 39.

Таблица 39 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015 [34])	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение, 2016 [25] СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003 [35]
2. Повышенный уровень шума на рабочем месте	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности [26] СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки, 1996 [27]
3. Неудовлетворительный микроклимат	+	+	+	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 [32]
4. Поражение электрическим током	+	+	+	ПРАВИЛА УСТРОЙСТВА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК (ПУЭ). Седьмое издание, 2002 [24]
5. Вредные вещества	-	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [28]; ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры [15]
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 [32]

6.2.1 Неудовлетворительная освещенность рабочей зоны

По категориям зрительных работ автоматическая и полуавтоматическая сварка относится к восьмой категории - общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор). Согласно СП 52.13330.2011 [25] требования к освещению помещений промышленных предприятий приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Требования к освещению помещений промышленных предприятий

Разряд зрительных работ	Общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор)			
Контраст объект с фоном	Независимое от характеристик фона и контрастности объекта			
характеристика фона				
Искусственное освещение	Освещенность , лк	При системе комбинированного освещения	Всего	-
			В т.ч. от общего	-
		При системе общего освещения		200
	Совокупность нормируемых величин показателя освещенности и коэффициента пульсации		Р	40
			Кп, %	20
Естественное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			3
	При боковом освещении			1
Совмещенное освещение	При верхнем или комбинированном освещении			1,8
	При боковом освещении			0,6

Источником освещения на участке изготовления барабана лебёдки обеспечивается комплекс факторов, основные из которых: характер работы, условия среды и размеры помещения. Анализируя эти факторы, делаем вывод, что наиболее удобным источником освещения является крыша.

Освещение на рабочем месте при сварке барабана лебёдки соответствует допустимым нормам.

6.2.2 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Основными источниками шума являются сварочная дуга, источники питания, слесарное оборудование. Источником питания (ИП) сварочной дуги называют устройство, которое обеспечивает необходимый род и силу тока дуги.

Уровень шума от сварочной дуги определяется стабильностью ее горения. Поэтому при сварке покрытыми электродами и другими сварочными материалами, в содержании которых присутствуют элементы–стабилизаторы дуги, уровень шума не превышает допустимого уровня звукового значения. Сварка в углекислом газе, особенно проволокой сплошного сечения, не отличается высокой стабильностью горения дуги, уровень звукового значения в зависимости от режима сварки может быть выше допустимых значений.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно СанПиН 3359 – 16 [33]. Максимальный уровень шума, который колеблется во времени и прерывается, не должен превышать 80 дБА СанПиН 3359 – 16 [33]. Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА . Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 80 дБА .

Применение средств и методов коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029 – 80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация» [36]. Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты: уменьшение уровня шума в источнике его возникновения; рациональное размещение оборудования; борьбу с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума, использование средств звукоизоляции, звукопоглощения и установку глушителей шума, проводя акустическую обработку поверхностей помещения.

На рабочих местах промышленных предприятий защита от шума должна обеспечиваться строительно – акустическими методами:

- применением ограждающих конструкций зданий с требуемой звукоизоляцией;
- применением звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей);
- применением акустических экранов;
- применением глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха и в аэрогазодинамических установках;
- виброизоляцией технологического оборудования.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противошумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противошумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противошумные шлемы и каски; противошумные костюмы [36].

Уровень шума на рабочем месте при сварке барабана лебёдки соответствует допустимым нормам.

6.2.3 ПДК вредных веществ

При выполнении сварочных работ используется присадочная проволока Св-08Г2 и сварочный флюс АН-348А

В процессе проведения сварочных работ выделяются разнообразные примеси, основными из которых являются твердые частицы и газы. Основными компонентами пыли при сварке оказываются окислы железа, марганца, хрома, кремния, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными веществами, которые входят в состав покрытия и металла проволоки является хром, марганец и фтористые соединения. Воздух в рабочей зоне сварщика также загрязняется вредными газами окиси углерода.

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 41 согласно ГОСТ 12.1.005-88 [28].

Таблица 41 – Предельно допустимые концентрации (ПДК) наиболее часто встречающихся вредных веществ (ВВ) в воздухе рабочей зоны (РЗ) сварочных цехов и атмосферном воздухе населенных пунктов [1].

Вещество	ПДК, мг/м ³	Класс опасности	Агрегатное состояние
Марганец	0,05	1	аэрозоли
Хром	0,1	1	аэрозоли
Фтористые соединения	0,5	2	аэрозоли
Оксид углерода	20	4	пары или газы

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования, различных конструкций в зависимости от размеров частиц пыли: грубая очистка (10...50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкая (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылеосадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовленные из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); ротационные пыле преобразователи (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры.

ПДК вредных веществ на рабочем месте при сварке барабана лебёдки соответствует допустимым нормам.

6.2.4 Микроклимат

Существенное влияние на состояние организма работника, его работоспособность осуществляет микроклимат в производственных помещениях, под которым понимают климат внутренней среды этих помещений,

которые определяются совместным действием на организм человека температуры, влажности, скорости движения воздуха и теплового излучения.

Производительность труда и самочувствие работающих зависят от состояния окружающей среды.

Человек работоспособен и хорошо себя чувствует, если амплитуда температуры окружающего воздуха - 18-20 ° С , относительная влажность - 40-60 % , а скорость движения воздуха - 0,1-0,2 м / с .

Нормирование параметров микроклимата заключается в установлении их оптимальных или допустимых величин в отношении конкретных производственных условий. Оно проводится с учетом следующих характеристик: степени тяжести выполняемой работы; времени года; количества избыточного тепла, поступающего в рабочую зону от оборудования (СанПиН 2.2.4.548-96 "Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений").

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

Эффективным средством нормализации воздуха в производственных помещениях является вентиляция, которая представляет собой комплекс средств, обеспечивающих воздухообмен, то есть удаление загрязненного нагретого влажного воздуха и подача свежего, чистого воздуха, соответствующее нормативным нормам.

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96, температура внутренних поверхностей помещений (стены, пол, потолок), а также температура наружных поверхностей технологического оборудования или его защитных устройств (экранов и т.п.) Не должна выходить за пределы допустимых величин температуры воздуха для данной категории работ - тяжелая III .

Помещения, в которых проходит автоматическая сварка под флюсом оснащены приточно-вытяжной вентиляцией не менее с трехкратным обменом.

Микроклимат на рабочем месте сварщика соответствует допустимым нормам.

6.2.5 Психофизические факторы

К психофизиологическим факторам возникающим в процессе работы у сварщика можно отнести: физические перегрузки (перетаскивание оборудование и металла, засыпание флюса в бункер), нервно-психические перегрузки (нагрузка на слуховой аппарат при работе оборудования, зрение и другие органы и системы, монотонность труда, эмоциональные перегрузки, интеллектуальные нагрузки).

Для снижения воздействия психофизических факторов предлагается:

- введение кратковременных регламентированных перерывов, продолжительность и количество которых определяется на основании наблюдения за динамикой работоспособности, учёта тяжести и напряжённости труда.

- введение микропаузы - перерывы в работе, обеспечивающие поддержание оптимального темпа работы и высокого уровня работоспособности. В зависимости от характера и тяжести работы микропаузы составляют 9–10 % рабочего времени.

- введение производственной гимнастики.

6.2.6 Поражение электрическим током

Для выполнения сварки используется автомат АДФ-2500 . Номинальное напряжение холостого хода источников питания дуговой сварки не должно превышать значений, приведенных в таблице 42.

Таблица 42 – Допустимое номинальное напряжение холостого хода

Рабочие условия сварки	Род тока и номинальное напряжение холостого хода, В, не более
Сварка с автоматическим перемещением головки, с повышенной защитой сварщика	(=) 14 среднее значение

Безопасность работы с электрооборудованием достигается при выполнении следующих условий:

1. Исправное состояние всех электрических блокировок.
2. Надежное защитное заземление корпусов всех блоков аппаратуры.
3. Исправное состояние электронной пушки и сварочной камеры.

Меры безопасности при работе и обслуживании аппаратуры согласно ПУЭ – 84 [24]:

- обязательное заземление всех блоков аппаратуры с помощью кабелей заземления, которыми комплектуется аппаратура;
- места подключения заземления должны быть обозначены знаками;
- величина сопротивления контура заземления не должна превышать 4 Ом;
- пересечение контура заземления должно быть не менее 80 мм^2 .

По электробезопасности помещения подразделяются на 3 группы [24]:

1. Помещение без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой $18 - 20^\circ\text{C}$, с влажностью $40 - 50\%$).

2. Помещение с повышенной опасностью (где имеется один из следующих признаков: повышенная температура, влажность $70 - 80\%$, токопроводящие полы, металлическая пыль, наличие заземления, большого количества оборудования).

3. Помещения особо опасные, в которых имеется наличие двух признаков из второй группы или имеются в помещении едкие или ядовитые взрывоопасные вещества.

В качестве основных средств защиты применяем: изолирующие штанги, изолирующие электроизмерительные клещи, указатели напряжения, диэлектрические перчатки, слесарно-монтажный инструмент с изолирующими рукоятками.

В качестве дополнительных средств защиты применяем: диэлектрические галоши, диэлектрические ковры, изолирующие подставки и накладки-оградительные устройства, плакаты и знаки безопасности [24].

Указанные технические меры защиты обеспечивают безопасность при работе в электроустановках.

Электробезопасность на рабочем месте при сварке барабана лебёдки соответствует допустимым нормам.

6.2.7 Высокая температура поверхностей оборудования

Нагретые поверхности оборудования и аппаратов способствуют получению ожогов различной степени тяжести от соприкосновения с нагретыми поверхностями

Для уменьшения температуры поверхностей оборудования необходимо наличие теплоизоляции оборудования, а также наличие эффективно работающей вентиляции.

Также на рабочих местах и оборудовании, имеющем нагретые поверхности, необходимо установить специальные знаки «Осторожно. Горячая поверхность»

6.3 Охрана окружающей среды

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными выбросами и отходами. Для каждого источника загрязнения атмосферы должна быть установлена предельно допустимая норма выброса в соответствии с ГОСТ Р 56167-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета ущерба от промышленного

предприятия объектам окружающей среды (Переиздание) [37]. Степень очистки сточных производственных вод должна устанавливаться согласно СНиП 2.04.02-84* «Водоснабжение наружные сети и сооружения» [38] и должна отвечать требованиям «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами».

Сварочное производство не без оснований относится к довольно вредным производствам, влияющим на здоровье рабочего персонала и на окружающую среду. Ученые и разработчики сварочных технологий и присадочных материалов в качестве приоритета ставят их экологическую безопасность и минимальное воздействие на рабочее пространство и персонал. Не менее актуальны в сварочном производстве проблемы сокращения и утилизации отходов, повышения объема рециклинга (возвращение отходов в круговорот "производство – потребление") сварных конструкций и изделий после завершения срока их эксплуатации.

Отходами в сварочном производстве автоматической сварки являются: металлолом черных и цветных металлов и сплавов, отработанные абразивные круги, мусор от уборки территории, сварочный шлак, промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится: в специальные контейнеры, на специальные пл. ошадки для крупногабаритных отходов (металлолом), на территориях цехов, в иные места (помещения) для временного хранения отходов.

В контейнерах исключается попадание атмосферных осадков и раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в

производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

Для хранения отходов, обладающих пожароопасными свойствами (отработанные масла, ветошь, масляные фильтры) организуются специальные места хранения (обособленное помещение, выполненное из металлических листов), исключающие возможность самопроизвольного возгорания.

Перемещение отходов на территории промышленного предприятия должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим требованиям, предъявляемым к территориям и помещениям промышленных предприятий. При перемещении отходов в закрытых помещениях следует использовать автопогрузчики.

Согласно СТО 71.12.15 Сбор и транспортирование твердых бытовых отходов [39] 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.).

Для предприятий особенно важна утилизация компьютерной, офисной техники и устаревшего оборудования. Федеральный закон №89 запрещает предприятиям заниматься самостоятельной утилизацией опасных отходов.

Постановление правительства №340 запрещает юридическим лицам утилизировать компьютерную технику. Данным видом деятельности могут заниматься только специализированные организации, к примеру, предприятия, которые занимаются утилизацией компьютеров, оргтехники и других электронных отходов.

Помимо норм и законов экологического законодательства Российской Федерации при самостоятельной утилизации компьютерной техники

предприятия нарушают еще и налоговое законодательство. Из-за того, что большинство офисной техники содержит небольшое количество драгоценных металлов, например золота или платины, при утилизации техники происходит их переработка и направление в государственный фонд. Об этом говорится в Федеральном законе №41.

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.

6.4 Чрезвычайные ситуации

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

Согласно НПБ 105-03 [40] сварочный цех относится к категории «А»-повышенная взрывопожароопасность .

Сварочный цех, рассматриваемый в данной работе, относится к категории «Г»- повышенная взрывопожароопасность (таблица 43) .

Таблица 43 – Категория пожароопасности помещения

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
Г Умеренная пожароопасность	Негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива

В сварочном цехе имеется пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и

обеспечить срочную эвакуацию рабочих в соответствии с планом эвакуации (рисунок 4).

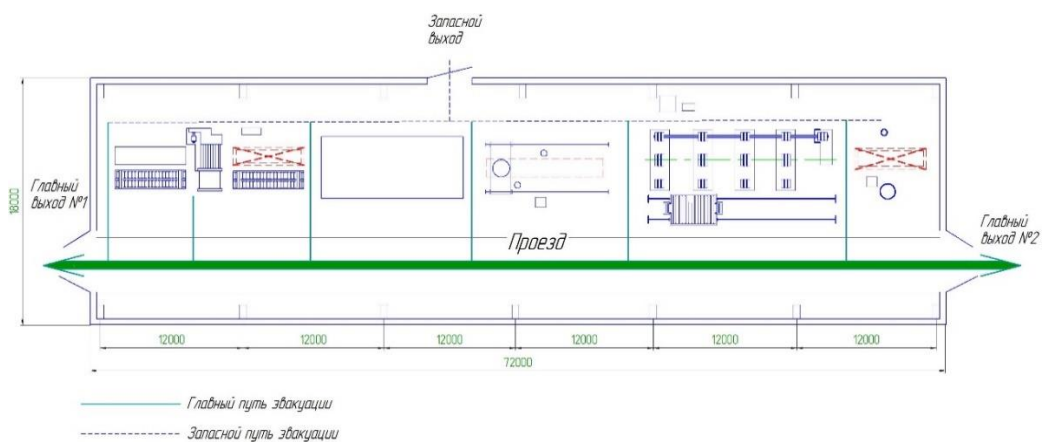


Рисунок 4 – План эвакуации

Меры по предотвращению возгорания на сварочном участке:

- применение электрооборудования, соответствующего классу пожароопасной и (или) взрывоопасной зоны, категории и группе взрывоопасной смеси;
- применение искробезопасного инструмента при работе с легковоспламеняющимися жидкостями и горючими газами;
- исключение контакта с воздухом пирофорных веществ;
- устройство молниезащиты цеха и оборудования;
- удаление из помещений, технологического оборудования и коммуникаций пожароопасных отходов производства, отложений пыли, пуха;

Средства оперативного предотвращения пожара:

- огнетушители (углекислотный ОУ-1, порошковый ОП-4);
- пожарный кран;
- пожарный щит (ящик с песком, бочка с водой, штыковая и совковая лопата, лом, багор, два ведра, кошма).

В качестве средств индивидуальной защиты применяется самоспасатель « Шанс-Е » с огнеупорной накидкой.

Для обеспечения безопасных условий и охраны труда работников необходимо обучать сотрудников мерам пожарной безопасности. Основными видами обучения работников мерам пожарной безопасности являются противопожарный инструктаж и изучение минимума пожарно-технических заданий.

Виды инструктажей: противопожарных инструктажей; вводный; первичный на рабочем месте; повторный; внеплановый; целевой.

О проведении каждого из видов противопожарных инструктажей делается запись в журнале учета проведения инструктажей. В журнале обязательно расписывается и инструктор, и работник, прошедший инструктаж.

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.

В качестве средств борьбы с шумом предложено использование защитных наушников.

Для защиты персонала от сварочных аэрозолей, предложено использование респираторов.

Для эвакуации рабочего персонала в случае возникновения пожара предложен план эвакуации.

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

Рабочее место сварщика соответствует НТД.

Заключение

В результате выполнения ВКР был разработан процесс сборки и сварки барабана лебёдки подъемного крана из стали 20.

Были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного и вспомогательного оборудования.

Разработано приспособление для сварки продольного шва барабана, для кольцевых швов скомпонована установка из сварочного вращателя и колонны ПК-2.

Составлен комплект технологической документации, включающий в себя карты эскизов и маршрутные карты с описанием процесса сборки и автоматической сварки под слоем флюса.

Проведен расчет временных затрат на выполнение сварочных работ, штучно-калькуляционное время при старой технологии механизированной сварке составляет 158 мин, а при использовании автоматической сварки под слоем флюса – 70 мин, что составляет экономию времени на 56 %.

Проведен технико –экономический анализ процесса сварки барабана лебедки БК410 диаметром 410 мм толщиной стенки 15 мм из стали 20 механизированной сваркой в среде защитного газа и автоматической сваркой под слоем флюса.

Стоимость изготовления барабана автоматической сваркой под слоем флюса составляет 2549 руб., что дешевле на 1344 руб , чем при текущей технологии сварки в среде защитного газа, в процентном соотношении позволяет снизить затраты на 37 %.

Можно сделать вывод, что применение автоматической сварки под слоем флюса экономически оправдано.

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.

В качестве средств борьбы с шумом предложено использование защитных наушников.

Для защиты персонала от сварочных аэрозолей, предложено использование респираторов.

Для эвакуации рабочего персонала в случае возникновения пожара предложен план эвакуации.

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

Список используемых источников

1. Абрамович, И.И. Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник / И.И. Абрамович, В.Н. Березин, А.Г. Яуре . – М.: Машиностроение, 1989. – 360 с.
2. Абрамович, И.И. Козловые краны общего назначения / И.И. Абрамович, Г.А. Котельников. – М.: Машиностроение, 1983. – 232 с.
3. Александров, М.П. Грузоподъемные машины: учебное пособие для вузов – /М.П. Александров. – М.: Высшая школа, 1973. – 552 с.
4. Таубер , Б.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов / Б.А. Таубер . – 4-е изд ., перераб . и допол . – М.: Лесн . Пром-сть , 1980. – 456 с.
5. Вершинский , А.В. Строительная механика и металлические конструкции / А.В. Вершинский , М.М. Гохберг , В.П. Семенов. – М. – Л. // Машиностроение, 1984. – 231 с.
6. Зуев, Ф.Г. Подъемно-транспортные установки: учеб. пособие / Ф.Г. Зуев, Н.А. Летков. – М.: КолосС , 2007. – 471 с.
7. ОСТ 34 023-73 Лебедки специальные электрические козловых крюковых кранов. Параметры и размеры. Технические требования.
8. ГОСТ 1050-88 Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия (с Изменениями N 1, 2).
9. Акулов А.И., Бельчук Г. А., Деменцевич В.П. Технология и оборудование сварки плавлением. М.: Машиностроение, 1977. -432 с.
10. 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.
11. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия (с Изменениями N 1-5).

12. ГОСТ 9087-81. Флюсы сварочные плавленые. Технические условия (с Изменениями N 1, 2).
13. Интернет-источник: <http://npfets.ru>.
14. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
15. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры
16. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями N 1, 2, 3, 4, 5).
17. ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия (с Изменениями N 1, 2, 3).
18. ГОСТ 25706-83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования (с Изменением N 1).
19. Интернет-источник: <http://www.consultant.ru>
20. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.
21. ГОСТ 22368-77 Контроль неразрушающий. Классификация дефектности стыковых сварных швов по результатам ультразвукового контроля.
22. Интернет-источник: <https://www.geo-ndt.ru>
23. А.Д. Гитлевич и др. Техническое нормирование технологических процессов в сварочных цехах – М: Машгиз , 1962 – 427 с.
24. Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. Минэнерго России) (7-ое издание).
25. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
26. ГОСТ 12.1.003-83* Шум. Общие требования безопасности.
27. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
28. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно - гигиенические требования к

воздуху рабочей зоны.

29. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

30. ГОСТ 12.1.010-76 Взрывобезопасность. Общие требования.

31. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

32. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

33. СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.

34. ГОСТ 12.0.003-2015

35. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.

36. ГОСТ 12.1.029 – 80 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация».

37. ГОСТ Р 56167-2014 Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Метод расчета ущерба от промышленного предприятия объектам окружающей среды (Переиздание).

38. СНиП 2.04.02 «Водоснабжение наружные сети и сооружения».

39. СТО 71.12.15 Сбор и транспортирование твердых бытовых отходов.

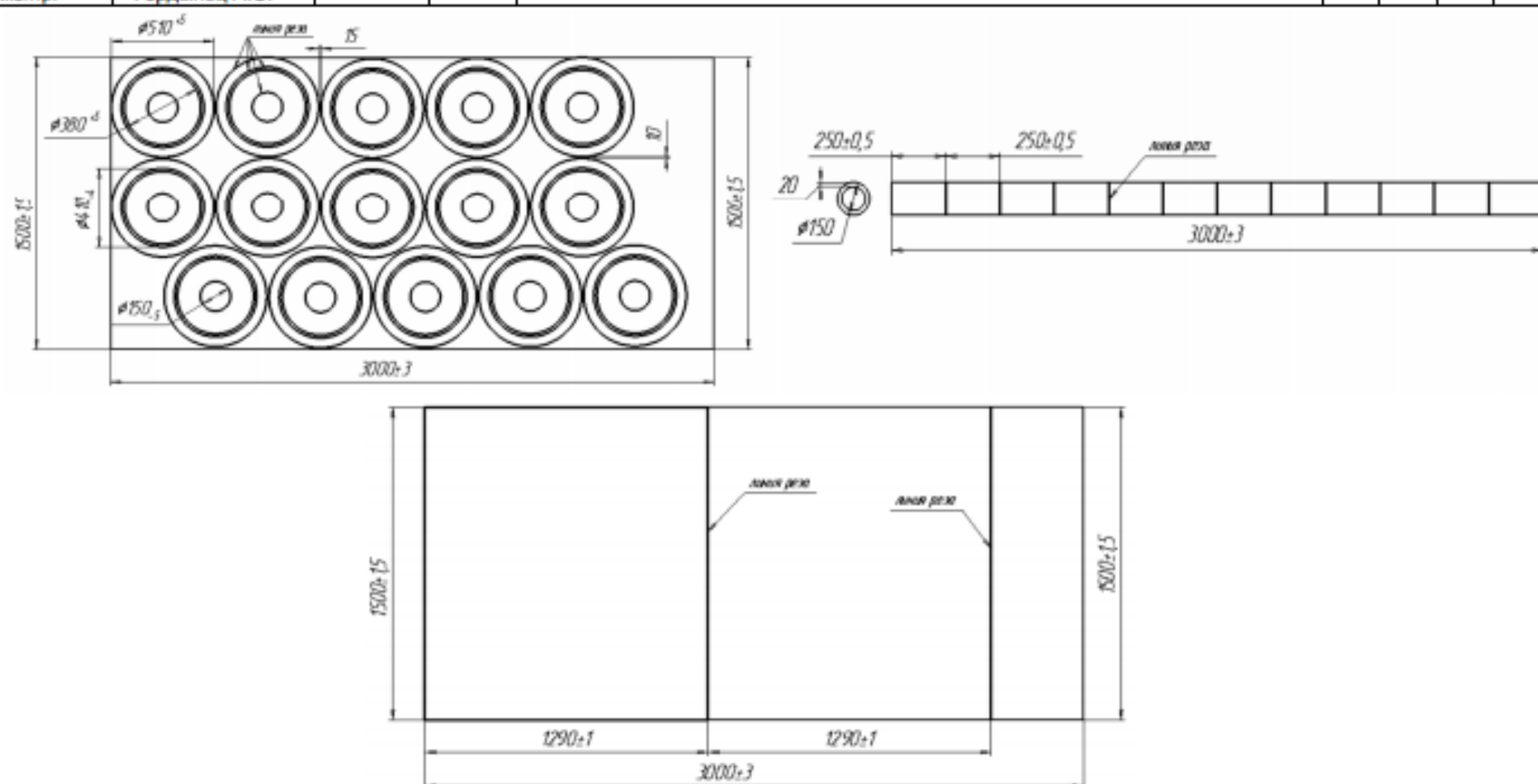
40. НПБ 105-03 Определение категорий помещений зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.

Приложение А

(обязательное)

Комплект технологической документации

Дубл.														
Взам.														
Подл.														
										ФЮРА 02190.00007		4	1	
Разраб.	Денисов В.Д.			НИ ТПУ ИШНКБ			ФЮРА 044641.00001			ФЮРА 20190.0001				
Пров.				Группа 3-1В51										
Н.контр.	Гордынец А.С.			Технология изготовления барабана лебёдки подъемного крана						у			005	



КЭ

Карта эскизов

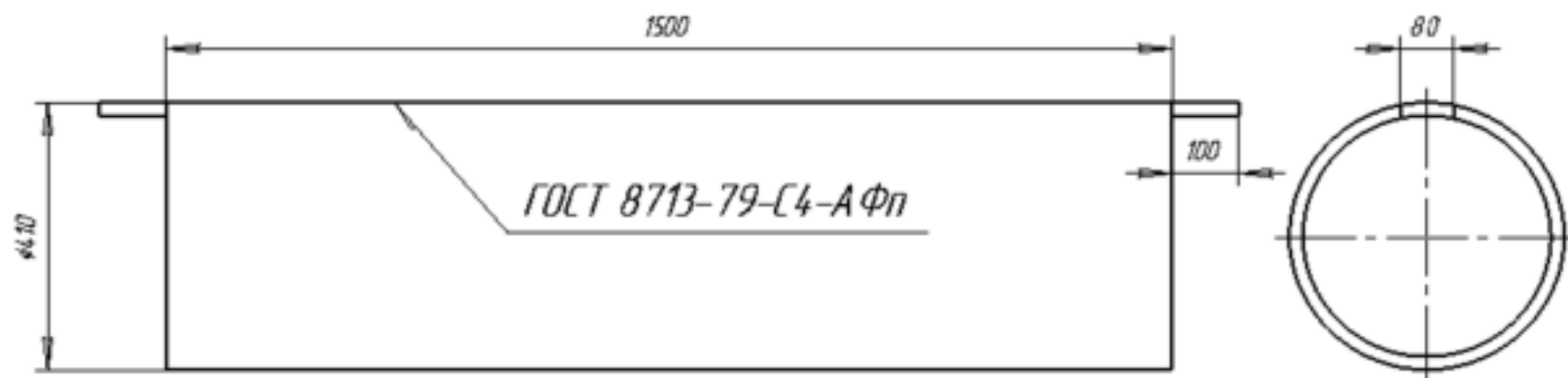
Дубл.			
Взам.			
Подп.			

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

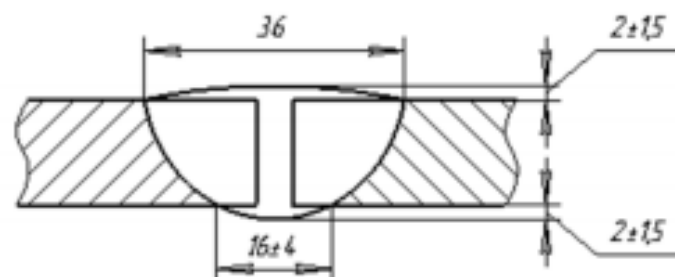
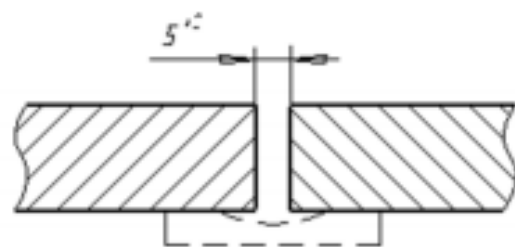
ФЮРА 02190.00007

2

ФЮРА 20190.0002



С4



КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ФЮРА 02190.00007

3

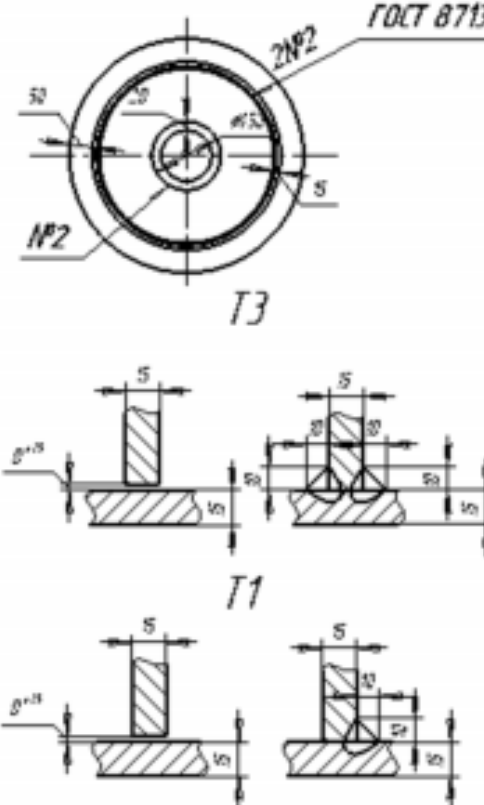
ФЮРА 20190.0003

Позиция 1

ГОСТ 8713-79-Т3-АФ-Δ 10



ГОСТ 8713-79-Т1-АФ-Δ 10



КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ФЮРА 02190.00007

4

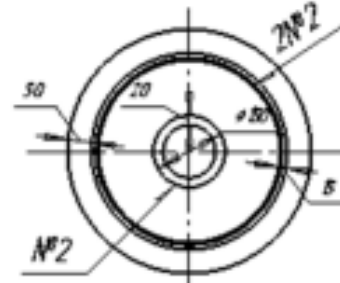
ФЮРА 20190.0004

Позиция 2
(после контования)

ГОСТ 8713-79-Т3-АФ-Δ 10



ГОСТ 8713-79-Т1-АФ-Δ 10



КЭ

Карта эскизов

ГОСТ 3.1118-82 форма 2															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
										ФЮРА.02190.00007	6	1			
Разраб.	Ленисов В.Л.				НИ ТПУ ИШНКБ			ФЮРА 044641.00001			ФЮРА.10190.00001				
Руковод.					Группа 3-1В51										
Н.контр.				Гордынец А.С.				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	Кит.	Тип	Тип.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код					ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
A01	1	1	1	005	Входной контроль				ГОСТ 1050-88						
O02	1. Проверить наличие сертификата на основной материал марки сталь 20														
O03	2. Установить соответствие химического состава и механических свойств стали, представленными в сертификате с химическим составом, маркировкой и механическими свойствами данной стали по ГОСТ 1050-88														
O04	3. Проверить внешним осмотром наличие заусенцев, неровностей, вмятин на обечайках. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 с диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Натёки зачистить.														
T05	УШС-3														
A06	1	1	1	010	Резка				ГОСТ 14792-80						
B07	Кран-балка, порталная машина газовой резки Eckert Jantar				1	11618	6	1	2						
O08	1. Вырезать заготовки из листа 1500x3000x15 мм и трубы Ø150x3000x20 мм, выдерживая размеры, согласно карте эскисов ФЮРА.20190.0001														
A09	1	1	1	015	Зачистка кромок				ГОСТ 25762-83						
B10	Кран-балка, фаскосниматель с автоматической подачей UZ Triumph, токарно-карусельный станок OMTG-C5112.				1	19153	5	1	2						
O11	1. Удалить следы от газовой резки с кромок на величину 2-3 мм.														
A12	1	1	1	020	Вальцовка				ГОСТ 18970-84						
B13	Кран-балка, листогиб трехвалковый гидравлический 3R HS 20-300 Sahinler.				1	31358	5	1	2						
O14	1. Вальцевать лист до радиуса 205 мм.														
O15															
МК															

ГОСТ 3.1118-82 форма 2а															
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
											ФЮРА.02190.00007	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	Кит.	Тиз	Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала				Обозначение, код						ОПШ	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.
A01	1	1	1	025	Дробеструйная обработка										
B02	Кран-балка, дробеметный аппарат 4Б114				1	18466	4	1	2						
O03	1. Зачистить кромки под сварку.														
A04	1	1	1	030	Сборка обечайки				ГОСТ 8713-79						
B05	Кран-балка, приспособление ФЮРА.044641.002.007 СБ, сварочный инвертор Pico 350.				1	18466	4	1	2						
M06	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)				ГОСТ 21963-2002										
M07	Электроды ОК 46.00 Ø4 мм														
O08	1. Установить обечайку барбана в приспособление ФЮРА.044641.002.007 СБ. При сборке обеспечить зазор не более 5 мм по всей длине шва.														
O09	2. Приварить выводные планки размером 80x100x15 ручной дуговой сваркой.														
T10	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.														
A11	1	1	1	035	Сварка обечайки				ГОСТ 8713-79						
B12	Приспособление ФЮРА.044641.002.007 СБ, сварочная колонна ПК-2, сварочный выпрямитель ВДУ 1250, трансформатор ТДФЖ 1250, сварочная головка АДФ 2500.				1	19905	6	1	2						
M13	Проволока Св-10Г2 Ø5 мм, сварочный флюс АН-348А				ГОСТ 2246-70; ГОСТ 9087-69										
O14	1. Выполнить автоматическую сварку под флюсом согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002														
O15	2. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.														
МК															

										ГОСТ 3.1118-82 форма 2а						
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
										ФЮРА.02190.00007					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	Кит.	Тиз	Тшт.
КМ	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
001	3. Отрезать выводные планки. Зачистить место приварки.															
T02	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.															
A03	1	1	1	040	Контроль ВИК					ГОСТ 8713-79						
O04	1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. 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. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 8713-79. Проверить ширину шва, высоту усиления.															
T05	Линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10х ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69, щетка стальная.															
A06	1	1	1	045	Контроль УЗК					ГОСТ Р 55724-2013						
B07	Ультразвуковой дефектоскоп УД2-12					1	11830	6	1	2						
O08	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%.															
A09	1	1	1	050	Дробеструйная обработка											
B10	Кран-балка, дробеметный аппарат 4Б114					1	18466	4	1	2						
O11	1. Выполнить дробеструйную очистку обечайки.															
МК																

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2а									
Дубл.																							
Взам.																							
Подл.																							
														ФЮРА.02190.00007				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.	Тшт.	Тшт.							
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.								
A01	1	1	1	055	Сборка барабана лебёдки					ГОСТ 8713-79													
B02	Кран-балка, универсальный сварочный вращатель TRP 2000, колонна сварочная ПК-2, сварочный инвертор Pico 350.					1	18466	4	1	2													
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002																	
M04	Электроды ОК 46.00 Ø4 мм																						
O05	1. Установить обечайку барабана на сварочный вращатель согласно чертежу ФЮРА.044641.003.007 СБ.																						
O06	2. Собрать на прихватках реборды, выдерживая размеры, согласно чертежу ФЮРА.044641.001.007 СБ. Прихватки выполнить ручной дуговой сваркой длиной 20-30 мм не менее 3х.																						
O07	3. Собрать на прихватках внутреннее кольцо с втулкой согласно чертежу ФЮРА.044641.001.007 СБ. Прихватки выполнить ручной дуговой сваркой длиной 20-30 мм не менее 3х.																						
T08	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																						
A09	1	1	1	060	Сварка барабана лебёдки					ГОСТ 8713-79													
B10	Универсальный сварочный вращатель TRP 2000, сварочная колонна ПК-2, сварочный выпрямитель ВДУ 1250, трансформатор ТДФЖ 1250, сварочная головка АДФ 2500.					1	19905	6	1	2													
M11	Проволока Св-10Г2 Ø5 мм, сварочный флюс АН-348А					ГОСТ 2246-70; ГОСТ 9087-69																	
O12	1. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом верхней и нижней реборды с обечайкой, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0003																						
O13	2. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.																						
O13	3. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом внутреннего кольца с обечайкой и втулки с кольцом, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0003																						
МК																							

													ГОСТ 3.1118-82			форма 2а					
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																	ФЮРА.02190.00007			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	Китг.	Тпа	Тшт.
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.	
О01	4. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.																				
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	065	Сборка барабана лебёдки							ГОСТ 8713-79									
Б04	Кран-балка, универсальный сварочный вращатель TRP 2000, колонна сварочная ПК-2, сварочный инвертор Pico 350.										1	18466	4	1	2						
М05	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)										ГОСТ 21963-2002										
М06	Электроды ОК 46.00 Ø4 мм																				
О07	1. Кантовать барабан лебёдки на 180 градусов																				
О08	2. Собрать на прихватках внутреннее кольцо с втулкой согласно чертежу ФЮРА.044641.001.007 СБ. Прихватки выполнить ручной дуговой сваркой длиной 20-30 мм не менее 3х.																				
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	70	Сварка барабана лебёдки							ГОСТ 8713-79									
Б11	Универсальный сварочный вращатель TRP 2000, сварочная колонна ПК-2, сварочный выпрямитель ВДУ 1250, трансформатор ТДФЖ 1250, сварочная головка АДФ 2500.										1	19905	6	1	2						
М12	Проволока Св-10Г2 Ø5 мм, сварочный флюс АН-348А										ГОСТ 2246-70; ГОСТ 9087-69										
О13	1. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом верхней и нижней реборды с обечайкой, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004																				
МК																					

														ГОСТ 3.1118-82 форма 2а				
Дубл.																		
Взам.																		
Подл.																		
																ФЮРА.02190.00007		6
																		ФЮРА.10190.00006
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции					Обозначение документа								
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кит.	Тпз	Тшт.		
К/М	Наименование детали, сб. единицы или материала					Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.			
О01	2. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.																	
О02	3. Выполнить последовательно автоматическую сварку под флюсом внутреннего кольца с обечайкой и втулки с кольцом, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004																	
О03	4. После сварки выполнять зачистку шва от шлака. Провести внешний осмотр.																	
Т04	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	075	Контроль ВИК					ГОСТ 8713-79								
О04	1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. 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. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 8713-79. Проверить ширину шва, высоту усиления.																	
Т05	Линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10х ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69, щетка стальная.																	
А06	1	1	1	080	Контроль УЗК					ГОСТ Р 55724-2013								
Б07	Ультразвуковой дефектоскоп УД2-12					1	11830	6	1	2								
О08	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																		

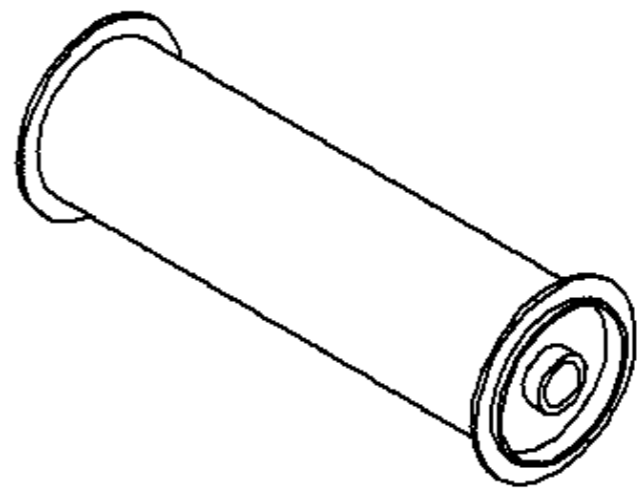
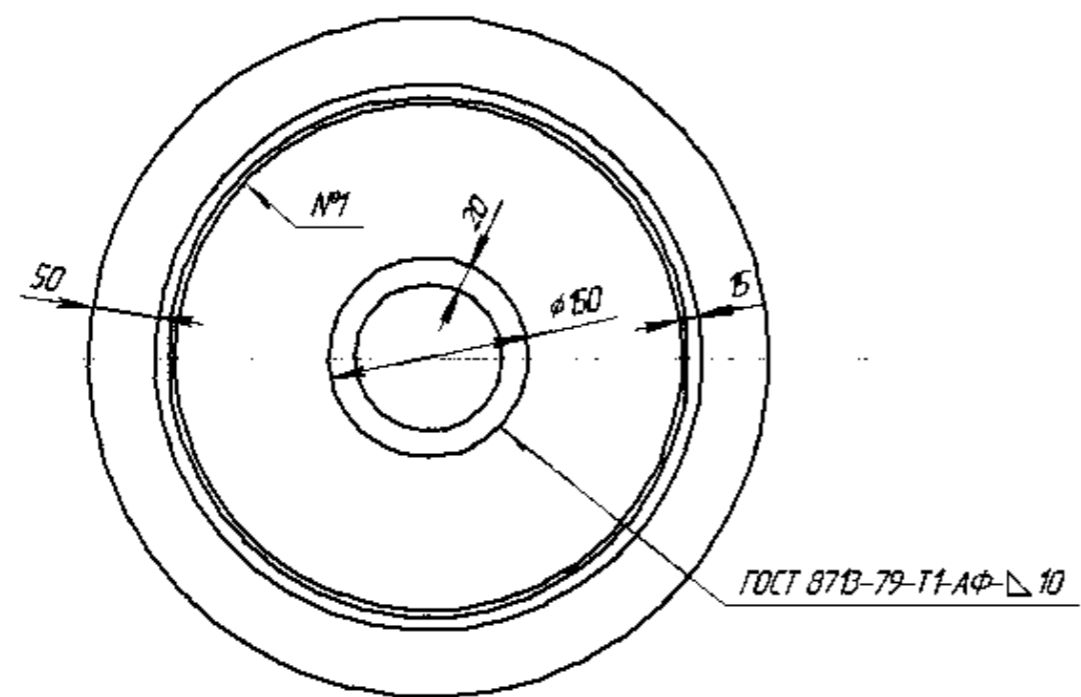
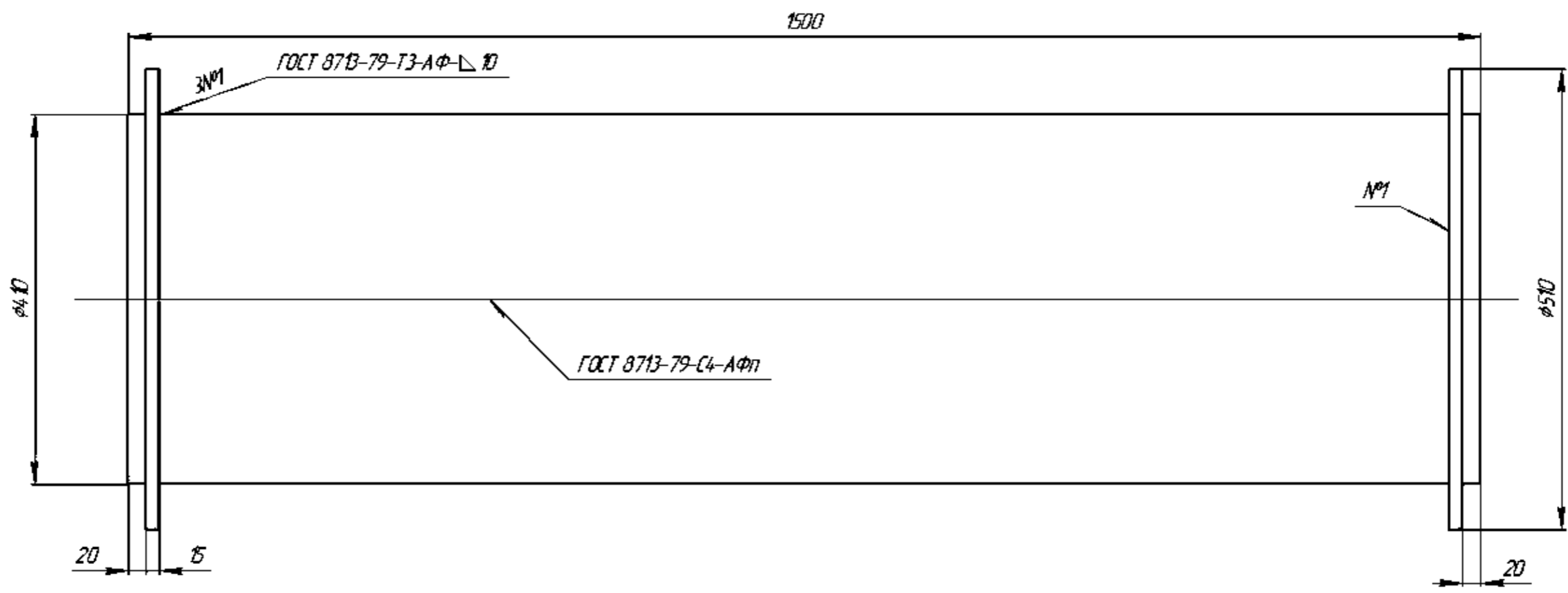
Приложение Б
(обязательное)
Комплект чертежей

Оглавление

Приложение Б1 ФЮРА.044641.001.007 СБ Барабан лебедки чертеж А3

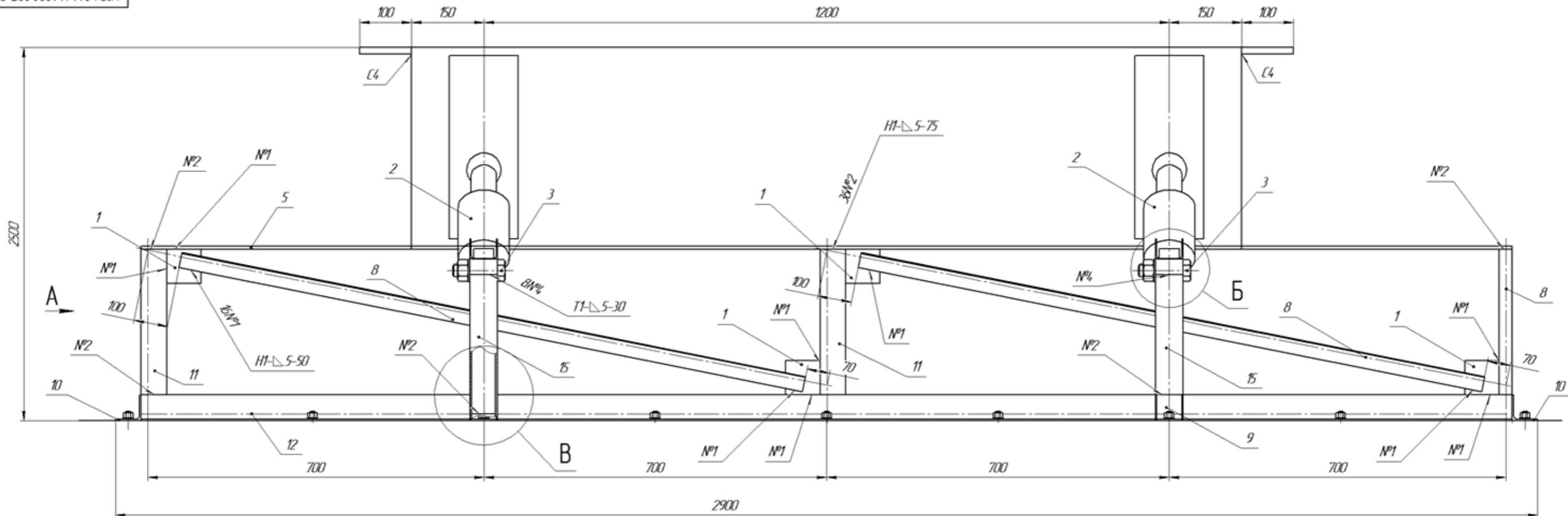
Приложение Б2 ФЮРА.044641.002.007 СБ Приспособление для
сварки продольного шва барабана чертеж А1

Приложение Б3 ФЮРА.044641.003.007 СБ Приспособление для
сварки кольцевых швов барабана чертеж А1



№№ № подл.	Лист и дата	Взам №№ №	Создано

Изм.	Кол	Лист	№ док.	Подп.	Дата	ФЮРА.04464.1.001.007 СБ Барабан ледедки БК410	Станд.	Лист	Листов	
Разработал	Лемисов В.Д.									
Проверил	Горьженц А.С.									
							ИИ ТПУ ИШКБ Группа 3-1В51 Формат А3			

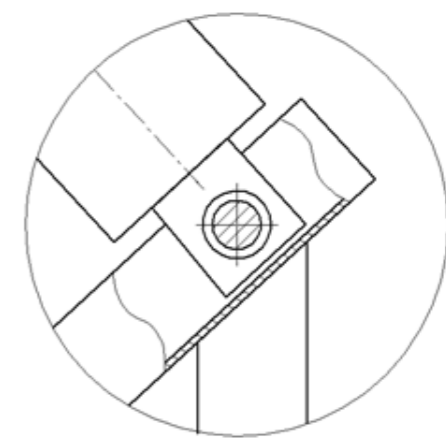
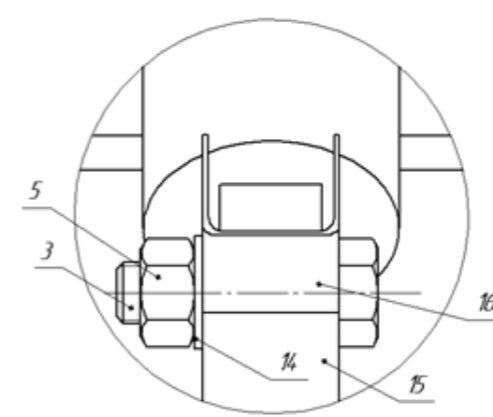
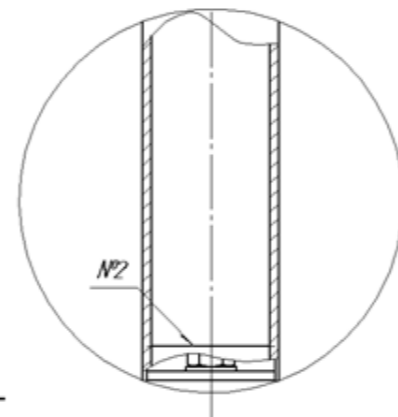


Вид А

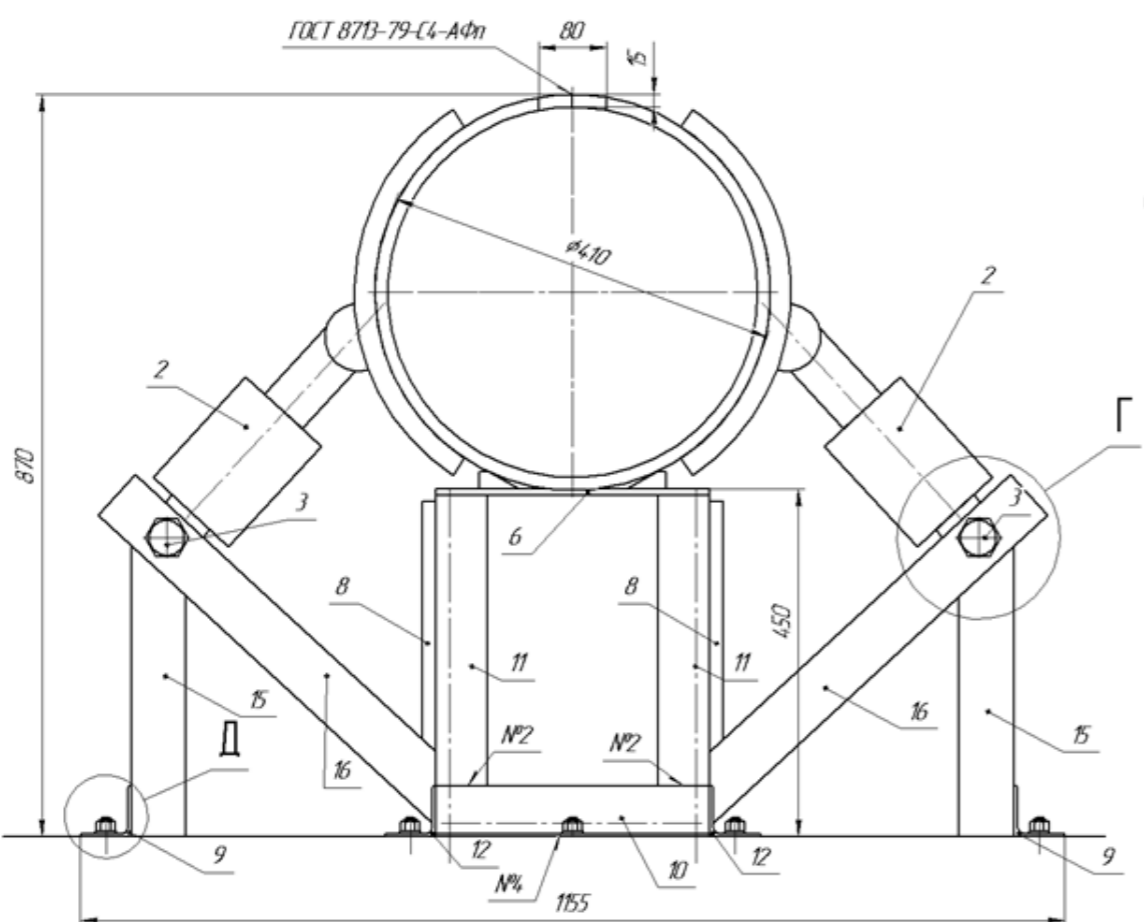
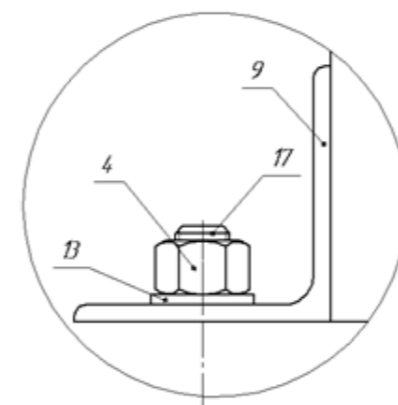
Б (1:2)

В (1:2)

Г (1:2,5)

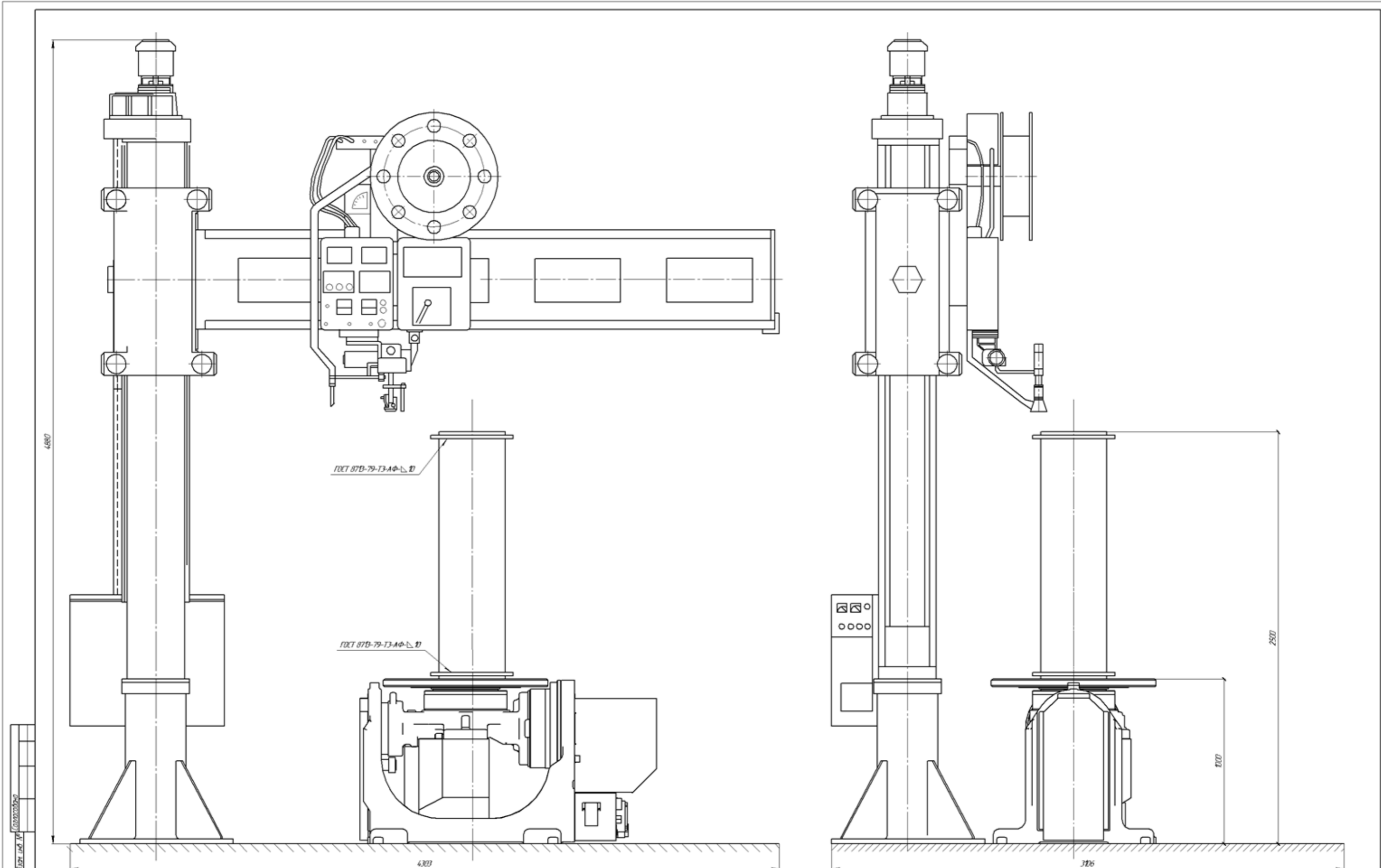


Д (1:1)



Технические требования:
1. Сварка приспособления по ГОСТ 5264-80 электродами Э-46 ГОСТ 325-72

ФЮРА.04464.1002.007 СБ				Лист	Масса	Начисл.
Исполн.	Провер.	Дата	Стр.	14		
Приспособление для сварки продольного шва доработки лебедки Сварочный чертеж				Лист	Листов	1
				ИМ ТТУ ИИЖБ Группа 3-1851		
Контроль			Формат А1			



№ докум. Дата и форма
Лист и форма
Составитель

Технические данные

1. Габаритные размеры свариваемого барабана 1500 x 410

						ФЮРА 04464.1003.007.00		
Исполн.	Провер.	Деталь	Материал	Габарит	Цена	Пристосабливание для сварки кольцевых швов барабана лебедки		
Сварщик	Инженер В.А.	ГОСТ 878-79	Т3-АФ-1	3126		Сталь	Лист	Листов
						ИИ ТПЭ ИШЖБ Группа 3-1951 Формат А1		