

Школа **Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности**  
 Направление подготовки **15.03.01 Машиностроение**  
 Отделение школы **электронной инженерии**

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

Тема работы
<b>Технология сборки и сварки корпуса фильтра грязевика инерционно-гравитационного FARTA</b>

УДК 621.791.7.01:628.336.42-049.1

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Фоxt Сергей Павлович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	К.Т.Н.		

**КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:**

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
профессор	М.А. Гасанов	К.Э.Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	И.И. Авдеева	-		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ассистент	А.Е. Кулагин	к.ф.-м.н.		

**ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:**

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ	А.А. Першина	К.Т.Н.		

Томск – 2022 г.

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

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

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ А.А. Першина  
 (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

Тема работы:

Технология сборки и сварки корпуса фильтра грязевика инерционно-гравитационного FARTA	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	25-14/с от 25.01.2021

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Диаметр изделия: 2000 мм  Материал изделия: Сталь 20  Изделие:    Фильтр    грязевик    инерционно-гравитационный
---------------------------------	---

<b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b>	
---	--

<b>Перечень графического материала</b> <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	План раскроя заготовок Необходимые карты эскизов Сборка конструкции Конструктивные элементы шва Схема выполнения сварных швов
---	---

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**  
*(с указанием разделов)*

<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	
---	--

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОЭИ	Першина А.А.	К.т.н.		

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В81	Фохт Сергей Павлович		

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
1В81	Фоxt Сергей Павлович

<b>Школа</b>	<b>ИШНКБ</b>	<b>Отделение школы (НОЦ)</b>	<b>ОКД</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

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

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Оклад руководителя - 43200 руб. Оклад студента - 25000 руб</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Премимальный коэффициент руководителя 30%; Премимальный коэффициент студента 30%; Надбавки руководителя 20-30%; Надбавки инженера 20-30%; Дополнительной заработной платы 12%; Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30%.</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30,2 %</i>

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

<i>1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	<i>Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования.</i>
<i>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	<i>Расчет интегрального критерия: Интегральный финансовый показатель разработки; Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки; Интегральный показатель эффективности; Сравнительная</i>

	<i>эффективность вариантов исполнения.</i>
<b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей):	
1. <i>«Портрет» потребителя результатов НТИ</i> 2. <i>Сегментирование рынка</i> 3. <i>Оценка конкурентоспособности технических решений</i> 4. <i>Матрица SWOT</i> 5. <i>График проведения и бюджет НТИ</i> 6. <i>Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ</i> <i>Потенциальные риски</i>	
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	01.03.2022

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
профессор	Гасанов М.А.	Канд.экон. наук		30.03.2022

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1В81	Фохт Сергей Павлович		30.03.2022

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>		<b>ФИО</b>	
1В81		Фохт Сергей Павлович	
<b>Школа</b>	<b>Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>М.В. Тригуб</b>
<b>Уровень образова ния</b>	Бакалавриат	<b>Направлен ие/ специально сть</b>	<i>15.03.01 Машиностроение</i>

Тема ВКР:

<b>Технология сборки и сварки корпуса фильтра грязевика инерционно-гравитационного FARTA</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
<b>Введение</b> —	<p><i>Объект исследования:</i> Фильтр грязевика инерционно гравитационный FARTA</p> <p><i>Область применения:</i> Сварочное производство, водоснабжение</p> <p><i>Рабочая зона:</i> производственное помещение</p> <p><i>Размеры помещения:</i> 5x5x5 м<sup>3</sup> минимум</p> <p><i>Количество и наименование оборудования рабочей зоны:</i> станок листопрямляющая машина PRH 220/2500, разметочная плита, машина газокислородной резки «Днепр – 2.5 K2», электрический кромкострогальный станок 6-40 мм В- 12, УШМ, электронные четырехвалковые вальцы 4HEL, гидравлический пресс для днищ серии РММ, аппарат для механизированной сварки Aurora PRO SPEEDWAY 300 IGBT 10905</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> контроль объема и качества фильтрованной жидкости на выходе</p>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</b>	<p>Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности "Правила промышленной безопасности при использовании оборудования, работающего под избыточным давлением" (от 15 декабря 2020 года N 536);</p> <p>Федеральный закон от 28 декабря 2013 г. N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»;</p> <p>ТК РФ Статья 221. Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты;</p> <p>СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"</p>

**2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:**

**Опасные факторы:**

1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;
2. Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки, материалы;
3. Производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги тканей организма человека;
4. Производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги, а также электрического разряда живых организмов;
5. Производственные факторы, связанные с неионизирующими излучениями, исходящими от сварки;

**Вредные факторы:**

1. Повышенный уровень вибрации;
  3. Повышенный уровень шума;
  4. Отсутствие или недостаток необходимого искусственного освещения;
  5. Производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работника;
  6. Монотонность труда;
  7. Длительное сосредоточенное наблюдение;
  8. Вредные вещества, выделяющиеся при сварке
- Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов: знаки безопасности, герметизирующие, оградительные, глушители шума, дистанционного управления, предохранительные, заземляющие, средства для вентиляции и очистки воздуха, костюмы защитные, респираторы, сварочные маски, виброизолирующие рукавицы и перчатки, краги, виброизолирующая обувь, защитные очки,

	дополнительные источники мобильного искусственного освещения.
<b>3. Экологическая безопасность при эксплуатации</b>	<p>Воздействие на селитебную зону: СЗЗ не требуется</p> <p>Воздействие на литосферу: твердые металлические отходы, утилизация макулатуры, люминесцентных ламп, изношенных средств коллективной и индивидуальной защиты</p> <p>Воздействие на гидросферу: отходы эксплуатационных жидкостей, продукты жизнедеятельности персонала</p> <p>Воздействие на атмосферу: выбросы аргона, не воздействующего на атмосферу, из вентиляционных систем, тепловое воздействие вследствие испарения части охлаждающей жидкости не оказывает существенного влияния на атмосферу, так как ее процентное содержание мало</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации</b>	<p>Возможные ЧС:</p> <p>Природные катастрофы (наводнения, цунами, ураган и т.д.); Геологические воздействия (землетрясения, оползни, обвалы, провалы территории и т.д.);</p> <p>Техногенные аварии (обвал производственного здания, взрыв газового в случае неправильной эксплуатации; пожар в случае нарушения ТБ при работе с газовым баллоном</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар в нарушения ТБ при работе с углекислым газом, пожар в результате возгорания от брызг раскаленного металла</p>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	
<b>01.03.2022</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Авдеева Ирина Ивановна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1В81	Фохт Сергей Павлович		



## РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа 111 с., 6 рис., 22 табл., 33 источника, 2 прил. на 29 с.

**Ключевые слова: сварка, защитный газ, углекислота, технология сборки, технология сварки, заготовительная операция, сварочная операция, смесь газов, сварочная проволока, фильтр грязевик инерционно-гравитационный.**

Объектом исследования является технология сборки и сварки фильтра грязевика инерционно-гравитационного.

Цель работы – разработка более совершенного (технологичного) процесса производства, а именно, сборки и сварки корпуса фильтра грязевика инерционно-гравитационного фирмы ООО «FARTA Energy», при помощи изменения способа сварки.

Работа представлена введением, пятью разделами и заключением, приведен список использованных источников и приложение.

В разделе 1 описываются заготовительные операции и необходимое оборудование для них.

Во втором разделе приводится расчетная часть, в которой определяются режимы сварки и расходы материалов.

В разделе номер 3 описывается непосредственно технология сборки и сварки данного изделия.

Разделы 4 и 5 говорят о позициях разрабатываемой технологии с экономической точки зрения и безопасности производства.

В заключении изложены все итоги выполненной работы, описаны этапы технологии.

## Оглавление

Введение.....	13
1 Заготовительные операции .....	15
2 Технология сборки и сварки обечайки корпуса фильтра грязевика инерционно-гравитационного.....	16
2.1 Основной материал конструкции и его свариваемость.....	16
2.2 Выбор сварочных материалов.....	17
2.3 Выбор формы подготовки свариваемых кромок.....	18
2.4 Расчет режимов ручной дуговой сварки покрытыми электродами .....	19
2.4.1 Выбор диаметра электрода.....	19
2.4.2 Определение сварочного тока.....	21
2.4.3 Напряжение на дуге .....	22
2.4.4 Определение числа проходов.....	22
2.4.5 Скорость сварки .....	23
2.4.6 Определение погонной энергии при сварке .....	24
2.4.7 Определение глубины проплавления .....	24
2.5 Расчет режимов механизированной дуговой сварки .....	25
2.6 Расчет химического состава и механических свойств металла шва .....	29
2.6.1 Расчет ожидаемого химического состава металла шва.....	29
2.6.2 Расчет ожидаемых механических характеристик.....	31
2.7 Технология сборки и сварки днища и крышки фильтра грязевика гравитационно-инерционного .....	31
2.8 Подогрев и термообработка после сварки .....	35
2.9 Расчет расхода сварочных материалов .....	36
2.9.1 Расчет расхода электродного металла .....	36
2.9.2 Расчет объема газа при сварке в защитных газах .....	37
2.10 Технология сварки.....	37
2.11 Выбор сварочного оборудования.....	39
2.12 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними .....	40
3 Техника безопасности при производстве сварочных работ .....	43
4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	45
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	45
4.2 Анализ конкурентных технических решений .....	46

4.3	SWOT – анализ.....	47
4.4	Планирование научно-исследовательских работ .....	50
4.4.1	Структура работ в рамках научного исследования .....	50
4.4.2	Определение трудоемкости выполнения работ .....	51
4.4.3	Разработка графика проведения научного исследования .....	52
4.4.4	Бюджет научно-технического исследования (НТИ) .....	53
4.4.5	Расчет материальных затрат НТИ .....	53
4.4.6	Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ .....	54
4.4.7	Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы.	55
4.4.8	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления) .....	55
4.4.9	Накладные расходы.....	57
4.4.10	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта. 57	
4.5	Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	58
5	Социальная ответственность .....	61
	Введение.....	61
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения.....	61
5.2	Производственная безопасность при разработке проектного решения .	62
5.2.1	Отклонение показателей микроклимата .....	63
5.2.2	Повышенный уровень шума .....	63
5.2.3	Освещённость рабочей зоны.....	64
5.2.4	Опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое эл-во. ....	65
5.2.5	Вредные вещества, выделяющиеся в процессе сварки. ....	67
5.2.6	Ожоги роговицы глаз и кожных покровов .....	68
5.2.7	Движущиеся механизмы и машины .....	69
5.2.8	Термическая опасность.....	70
5.2.9	Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твёрдых объектов .....	71
5.2.10	Повышенный уровень общей и локальной вибрации .....	71
5.2.11	Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение ..	72
5.3	Экологическая безопасность при разработке проектного решения.....	73

5.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации .....	73
5.5	Выводы по разделу .....	75
	Заключение .....	77
	Список использованных источников .....	78
	Приложение А Таблицы .....	82
	Приложение Б Комплект технологической документации .....	93

## **Введение**

Инерционно-гравитационные фильтры грязевики применяются для проточной очистки водопроводных сетей от образовавшихся в процессе эксплуатации загрязнений: шлама, частиц коррозии трубопровода, песчаной взвеси камешков, окалины и т.д.

Принцип действия гравитационно-инерционных фильтров приблизительно одинаков: поток воды резко меняет направление при попадании в фильтр в связи с увеличением сечения проводника, что позволяет отделить жидкость от взвешенных частиц-загрязнителей и оставить их в различных сечениях, сетках, расположенных на различных уровнях.

В настоящее время данные фильтры собираются при помощи ручной дуговой сварки, что является далеко не самой экономичной с точки зрения расходования материала и времени технологией, в связи с расходом электродного материала и необходимостью прерывать продолжительные швы для замены электрода, в связи с чем возрастает и расход электродного материала, так как используется далеко не вся длина электрода непосредственно для заполнения шва.

В данной работе предполагается проведение усовершенствования технологии сборки и сварки благодаря изменению способа сварки с ручной дуговой на более подходящий и менее ресурсозатратный способ на примере расчета технологии сборки и сварки корпуса гравитационно-инерционного фильтра FARTA.

В ходе выполнения данной работы предстоит закрепить полученные в курсах «Технологические основы сварки плавлением», «Производство сварных конструкций», «Теория сварочных процессов» и т.д. и спроектировать процесс сборки и сварки изделия, именуемого корпусом фильтра грязевика гравитационно-инерционного.

Для достижения поставленных целей необходимо выполнить следующие задачи:

1 Рассмотреть основной металл. Показать химический состав, механические свойства стали. Определить свариваемость металла. Если требуется, то рассчитать и назначить температуру предварительного или сопутствующего подогрева.

2 Описать указанные в задании способы сварки. Показать сущность, области применения, достоинства и недостатки возможных способов.

3 Определить, какие необходимы сварочные материалы для качественного выполнения поставленной задачи, в том числе защитный газ, флюсы, электроды и т.д.

4 Определить тип соединения в зависимости от выбранной толщины свариваемого металла и способа сварки, назначить необходимую подготовку заготовок согласно нормативной документации.

5 Для выбранного сварного соединения определить необходимое число проходов в зависимости от площади наплавленного металла, режимы каждого прохода, а также назначить порядок наложения сварных швов и, в соответствии с методическими рекомендациями и нормативной документацией составить ряд предварительных и послесварочных термических операций, в случае необходимости.

6 Произвести расчётную оценку ожидаемого химического состава и механических свойств металла шва.

7 Выбрать и назначить с обоснованием требуемое оборудование для изготовления изделия.

8 Произвести анализ действия сварочных напряжений в сварном шве. Предложить меры по снижению и устранению деформаций в сварном соединении.

9 Рассмотреть вопросы техники безопасности при выполнении сварочных работ указанными способами сварки для сварного соединения в соответствие с заданием.

10 Произвести анализ полученных результатов (заключение).

## 1 Заготовительные операции

Заготовки для данного изделия выполняются из листового металла и поставляются в виде листа размером 10x2500x5000 мм для днища и полос 10x850x6300 мм для выполнения стенок. Так как технология транспортировки несовершенна и имеется риск возникновения деформаций полученных в процессе изготовления, переноски, перевозки и хранения материалы требуют предварительной подготовки, а именно заготовительных операций в которые включены: правка, разметка, резка, подготовка кромок и гибка листов стенок и днища.

Для правки используем листопрямительную машину ROUNDOPRH225/2500, способную править листы шириной до 2500 мм, что соответствует необходимым размерам, и толщиной до 10 мм, что также соответствует необходимым требованиям.

Для разметки специфический инструмент не требуется, поэтому используем чертилку, линейку, и разметочный циркуль.

Для резки будет использоваться машина газокислотной резки «Днепр – 2.5 K2», позволяющая резать листы и полосы шириной не более 2500 мм, длиной не более 8000 мм и толщиной 5-160 мм, что удовлетворяет габаритам имеющихся заготовок.

Подготовка кромок под сварку осуществляется в последствии выполнения двух операций: строгания кромок на специальной кромкострогальной мобильной установке с дальнейшей зачисткой при помощи УШМ и абразивных кругов.

Дальнейшей операцией необходимо изогнуть в необходимую форму листы стенок, что можно выполнить при помощи электронных четырехвалковых вальцов 4HEL, а для получения необходимой формы днища и верха корпуса фильтра используется пресс кривошипный горячей штамповки K8052.

## 2 Технология сборки и сварки обечайки корпуса фильтра грязевика инерционно-гравитационного

### 2.1 Основной материал конструкции и его свариваемость

$$C_{\text{ЭКВ.Х}} = C_{\text{ос.ме}} + \text{Mn}/6 + (\text{Cr}+\text{V})/5 + \text{Mo}/4 + (\text{Cu}+\text{Ni})/15 \quad (1)$$

$$C_{\text{ЭКВ.Р}} = 0,005 * S * C_{\text{ЭКВ.Х}} \quad (2)$$

Согласно ГОСТ-1050-2013 Сталь 20 имеет следующий химический состав: Cr=0.25, C=0.2, Mn=0.5, V=0,05, Mo=0,15, Cu=0.3, Ni=0.3, S=0.035, P=0.03. Зная состав нашей стали, и подставив значения содержащихся в ней элементов в формулы (1) и (2), можем посчитать эквивалентное содержание углерода в стали:

$$C_{\text{ЭКВ.Х}} = 0,2 + 0,083 + 0,06 + 0,0375 + 0,04 = 0,42 \quad (3)$$

$$C_{\text{ЭКВ.Р}} = 0,005 * 10 * 0,373 = 0,021 \quad (4)$$

$C_{\text{ЭКВ}} = 0,44 < 0,45\%$ , следовательно, согласно таблице 1 методических указаний [1, с.9] сталь 20 имеет ограниченную свариваемость и должна свариваться с предварительным подогревом и требуют предварительную и послесварочную термообработку.

Таблица 2.1 – классификация сталей по свариваемости

Свариваемость	$C_{\text{ЭКВ}}$	Технологические приемы			
		Подогрев		Термообработка	
		До сварки	После сварки	До сварки	После сварки
Хорошая	$\leq 0,25$	-	-	-	Желательна



Продолжение таблицы 2.1

Удовлетворительная	$<0,25 \leq 0,35$	Необходим	-	Желательна	Необходима
Ограниченная	$<0,35 \leq 0,45$	Необходим	Желателен	Необходим	Необходим
Плохая	$>0,45$	Необходим	Необходим	Необходим	Необходим

$$T_{II} = 350 \sqrt{C_{\text{ЭКВ.ПОЛ}} - 0,25} = 152,56 \quad (5)$$

## 2.2 Выбор сварочных материалов

Согласно ГОСТ 1050-2013 сталь 20 имеет предел прочности  $\sigma_{II}=410$  Н/мм<sup>2</sup>=41.8 кгс/мм<sup>2</sup> и относительное удлинение  $\delta_5=25\%$ .

Согласно ГОСТ 9467-75 для сварки материала с пределом прочности 42 кгс/мм<sup>2</sup> (в нашем случае – 41,8 кгс/мм<sup>2</sup>) используют электроды типа Э42А которому соответствуют электроды марки УОНИ-13/45 [2]. В результате сварное соединение будет иметь предел прочности 42 кгс/мм<sup>2</sup> и угол загиба 180 град.

При выборе сварочных материалов для механизированных способов сварки требования остаются теми же, что и для сварки покрытыми электродами.

Наиболее близкой по составу к Стали 20 является проволока Св-08Г2С согласно ГОСТ 2246 - 70. А для обеспечения защиты сварного соединения и обеспечения глубокого проплавления, хорошей формы шва рекомендуется применить смесь углекислого газа с кислородом (до 20%).

Наиболее распространенным способом получения углекислого газа на данный момент является получение из газов, выделяющихся в процессе брожения спирта и пива. Кислород же получают в основном при помощи глубокого охлаждения воздуха, а также химическим способом или электролизом

воды, однако, т.к. химические способы экономически маловыгодны, чаще всего используются первый и последний способы. [3] Кислород имеет высокую химическую активность, вследствие чего при взаимодействии с органическими веществами, маслами, жирами, угольной пылью и т.д. может произойти реакция, сопровождающаяся выделением большого количества теплоты и последующим воспламенением. Поэтому оборудование для хранения и транспортировки кислорода необходимо тщательно обезжировать перед наполнением кислородом. [3]. Для транспортировки данных газов используются специальные баллоны, промаркированные определенным образом: голубой цвет баллона с черной надписью для кислорода и черный цвет баллона с желтой надписью для углекислого газа. Транспортировать кислород необходимо на деревянных подкладках во избежание ударов при перевозке, это необходимо благодаря высокой взрывоопасности кислорода.

### 2.3 Выбор формы подготовки свариваемых кромок

Для обеспечения равнопрочности и герметичности шва требуется полное проплавление листа. Это означает необходимость выполнения скоса кромок перед началом сварочных работ.

Согласно ГОСТ 5264-80 на ручную дуговую сварку покрытыми электродами для обеспечения проплавления необходимой глубины 10 мм потребуется разделка кромок, соответствующая шву С17 со скосом одной кромки изображенному на рисунке 1.

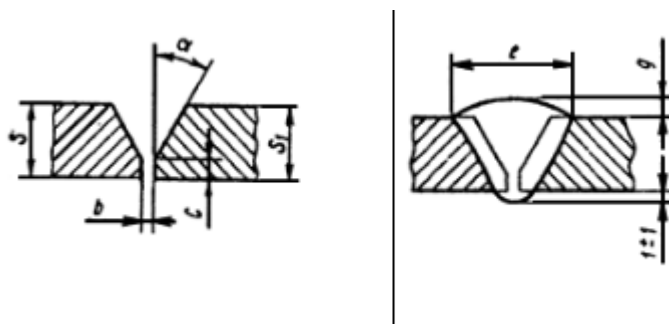


Рисунок 1 – Стыковое соединение со скосом кромок С17

Параметры данного способа подготовки кромок изображены на рисунке 2 согласно ГОСТ 5264-80 [12].

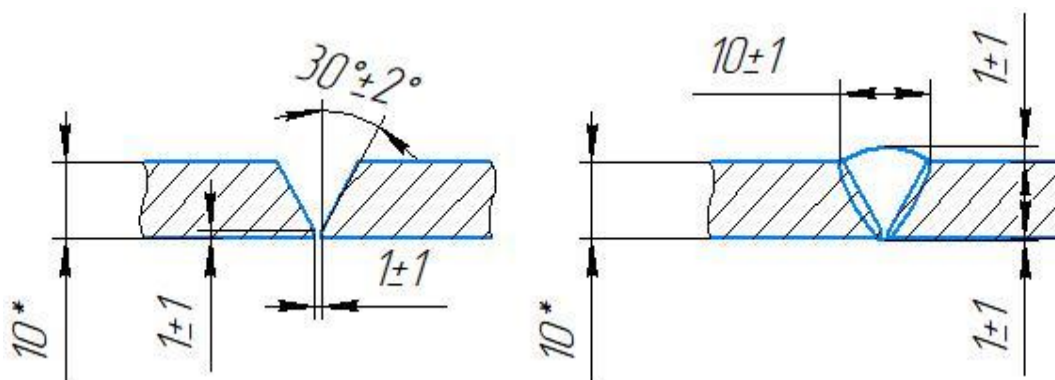


Рисунок 2 – параметры подготовки кромок и шва

## 2.4 Расчет режимов ручной дуговой сварки покрытыми электродами

Режим сварки – это совокупность всех настраиваемых или выбираемых параметров сварочного оборудования и материалов, участвующих в сварочном процессе, влияющих на форму, размер или качество шва.

Для ручной дуговой сварки покрытыми электродами этими параметрами являются диаметр электрода, сварочный ток, марка электрода, скорость ведения сварки, напряжение, число проходов, полярность тока и его род.

Род тока, напряжение, полярность тока и коэффициент наплавки указаны в паспорте на конкретную марку электродов. В случае с УОНИ 13/45 в паспорте указано: постоянный ток обратной полярности и коэффициент наплавки равен  $9 \dots 10 \text{ г/А} \cdot \text{ч}$ .

### 2.4.1 Выбор диаметра электрода

Диаметр электрода  $d$ , назначают в зависимости от толщины листов при сварке швов стыковых соединений (таблица 2) [1, с.14].

Таблица 2.2 – Диаметр электрода в зависимости от толщины листов или катета шва

Вид шва	Толщина листов или катет шва, мм	Диаметр электрода, мм
Стыковой	1,5...2	1,6...2
	3	3
	4...8	4
	9...12	4...5
	13 и более	5
Угловой	3	3
	4...5	4
	6...9	5

Так как сварка данного изделия (обечайки) будет происходить преимущественно в вертикальном положении, наилучшим выбором будет – наименьший диаметр для данной толщины (в данном случае 4 мм) для наибольшего проплавления.

## 2.4.2 Определение сварочного тока

Для расчета силы сварочного тока необходимо воспользоваться формулой (6):

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi * d_{\text{э}}^2}{4} * j \quad (6)$$

где  $I_{\text{св}}$  – величина сварочного тока в А;

$d_{\text{э}}$  – диаметр используемого электрода, мм;

$j$  – допустимая плотность тока, А/мм<sup>2</sup>.

Величину плотности тока  $j$  следует выбрать из ряда допустимых плотностей тока в зависимости от диаметра и покрытия выбранных электродов (таблица 3).

Таблица 2.3 – допустимая плотность тока  $j$ , А/мм<sup>2</sup>, при ручной дуговой сварке покрытыми электродами

Вид покрытия	Диаметр стержня электрода мм			
	3,0	4,0	5,0	6,0
Кислое, рутиловое	14...20	11,5...16	10...13,5	9,5...12,5
Основное	13...18,5	10...14,5	9...12,5	8,5...12,0
Целлюлозное	12,7...16,9	9,6...13,6	8,2...9,7	-

Электроды УОНИ 13/45 имеют основной тип покрытия и для электродов диа м 4 мм величина допустимой плотности тока составляет 10...14,5 А/мм<sup>2</sup>.метро

Для начала расчетов достаточно будет воспользоваться подбором приближенного значения сварочного тока, рассчитываемого согласно формуле (7):

$$I_{\text{св}} = k * d_{\text{э}} \quad (7)$$

где  $k$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от диаметра стержня электрода, в нашем случае  $k=45$  (30...45), А/мм. Таким образом  $I_{св}=45*4=180$  А.

При сварке в вертикальном положении ток уменьшается на 10%, т.е. равен 162, согласно рекомендуемым значениям ток не должен превышать 160 А.

### **2.4.3 Напряжение на дуге**

Напряжение на дуге при сварке покрытыми электродами обычно изменяется в пределах 20...34 В. На все электроды должна существовать сертификационная документация (паспорт), в котором, как правило, и изложены рекомендации по выбору напряжения при использовании тех или иных электродов, которыми и следует руководствоваться при проектировании технологического процесса.

Для приближенного расчета напряжения на дуге необходимо и достаточно воспользоваться выражением, изложенным в методических указаниях (8):

$$U_{д}=20+0,04I_{св}=20+6.4=26.4В \quad (8)$$

### **2.4.4 Определение числа проходов**

Так как при слишком большом слое наплавленного металла, т.е. при заниженной скорости сварки, расплавленная сварочная ванна натекает на опорное пятно дуги, ухудшая теплопередачу основному металлу, то приводит к снижению эффективности проплавления

Поперечное сечение первого прохода следует выполнять в пределах 30...35 мм<sup>2</sup>, а для последующих, рекомендуется выбирать – 30...40 мм<sup>2</sup> [1, с.24]. Если вести сварку с очень низкой скоростью, то будет возникать слишком большой слой наплавленного металла, что неблагоприятно влияет на ведение сварочного процесса, а именно – опорное пятно дуги находится под избыточным

слоем расплавленного металла, что не позволяет ей проплавить основной металл, вследствие чего возникают дефекты, такие как непровар и несплавление.

Сечение первого прохода следует выбирать в пределах  $F_1=(6...8)d_3=30$  мм<sup>2</sup> и для последующих проходов  $F_n=(8...12)d_3=37$  мм<sup>2</sup>.

Для того, чтобы определить площадь требуемого металла возьмем сумму площадей элементарных геометрических фигур, образующих разделку кромок:

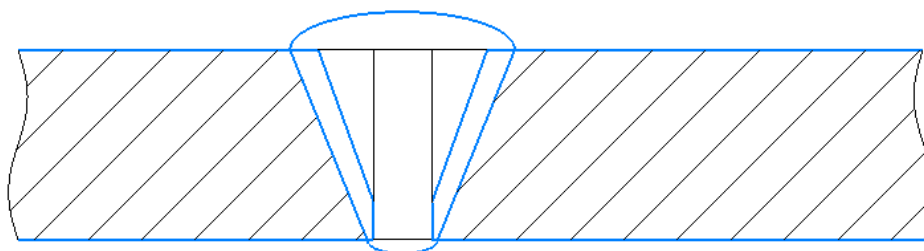


Рисунок 3 – расчет площади наплавленного металла

$$F_n=2*10+(10-1)*(10-1)/2+16*0.5*0.75=66.5 \text{ мм}^2.$$

Это означает, что для получения необходимой площади сечения, необходимо 2 прохода.

#### 2.4.5 Скорость сварки

Скорость дуговой сварки покрытыми электродами обычно задается и контролируется косвенно, по необходимым размерам шва и может быть определена по формуле (9):

$$V_{св} = \frac{\alpha_n * I_{св}}{3600 * \gamma * F_n} = 1,89...2 \text{ см/с} \quad (9)$$

где  $\alpha_n$  – коэффициент наплавки сварочного электрода, который равен в пределах для электрода диаметром 4мм марки УОНИ 14/55 9..10 г/А\*ч;

$I_{св}$  – принятое значение сварочного тока, 160 А;

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла за данный проход,  $F_{n1}=0,3$  см<sup>2</sup>,  $F_{n2}=0,37$  см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла за данный проход, 7,8 г/см<sup>3</sup> для стали.

#### 2.4.6 Определение погонной энергии при сварке

Значение погонной энергии определяет количество энергии, вводимое в единицу длины шва (Дж\*с/см) и определяется по формуле (10):

$$q_{\text{п}} = \frac{q_{\text{эф}}}{V_{\text{св}}} = \frac{I_{\text{св}} * U_{\text{д}} * \eta_{\text{и}}}{V_{\text{св}}} = 2011 \text{ Дж*с/см} \quad (10)$$

$\eta_{\text{и}}$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой и равен для покрытых электродов 0,75...0,9.

#### 2.4.7 Определение глубины проплавления

Глубина проплавления при наплавке валика может определяться по формуле (11):

$$r = \sqrt{\frac{2 * q_{\text{п}}}{\pi * e * c_{\rho} * T_{\text{пл}}}} \quad (11)$$

которая при внесении всех констант для низкоуглеродистой и низколегированной стали преобразуется в формулу (12):

$$r = 0.005588 * \sqrt{q_{\text{п}}} = 0,25 \quad (12)$$

Так как действительные условия ввода тепла в изделие при РДС отличаются от расчетной схемы, то глубина проплавления определяется по формуле (13):

$$H = (0,5 \dots 0,7)r = 1,75 \text{ мм} \quad (13)$$

При многослойной сварке нет необходимости расчета глубины проплавления у последующих проходов.

В случае если расчетная глубина проплавления отличается от требуемой более чем на 10..15%, необходимо провести изменение параметров режима сварки (значение сварочного тока, количество наплавленного металла за первый



проход, диаметр покрытого электрода) и провести проверочный расчет повторно.

## 2.5 Расчет режимов механизированной дуговой сварки

Перед тем, как начать сварку необходимо настроить оборудование на конкретный шов, для этого необходимо рассчитать такие параметры как сила сварочного тока, скорость подачи проволоки, расход защитного газа, напряжение дуги. А такие параметры, как полярность и род тока, будут выбираться в зависимости от конкретных изделий (их материала и выбора электродного материала). Расчет основных параметров будет проведен согласно пункту 2.4.

Расчет силы сварочного тока  $I_{св}$  будет производиться по формуле

$$I_{св} = 100 * H / k_h \quad (14)$$

где  $k_h$  – коэффициент пропорциональности, величина которого зависит от условий проведения сварки.

Глубина провара корневого слоя стыкового соединения с разделкой кромок или зазором согласно параметрам шва С17 будет равняться  $H=3$  для обеспечения провара притупления. Тогда  $k_h$  будет равняться 2,1 мм/А.

В таком случае, сила сварочного тока будет равна

$$I_{св} = 100 * 3 / 2,1 = 143 \text{ А}$$

Плотность тока можно выразить из формулы для определения силы сварочного тока:

$$I_{св} = \frac{\pi * d_3^2}{4} * j_э$$

она будет рассчитываться, как

$$j_э = \frac{4}{\pi * d_3^2} * I_{св} = 126.5 \text{ А/мм}^2 \quad (15)$$

$d_3=1,2$ мм –согласно рекомендациям

Напряжение дуги для сварки в среде защитных газов плавящимся электродом определяется по формуле:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 * 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{э}}}} * I_{\text{св}} \pm 1 = 24 \pm 1 \text{ В} \quad (16)$$

Коэффициент формы провара определяется по формуле

$$\psi_{\text{пр}} = K' * (19 - 0.01 * I_{\text{св}}) \frac{d_{\text{э}} * U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} = 3,26 \quad (17)$$

где  $K' = 0,92$ ;

Для определения ширины шва воспользуемся формулой:

$$e = \psi_{\text{пр}} * H = 3.26 * 3 = 9.78 \text{ мм} \quad (18)$$

Высота валика:

$$q = e / \psi_{\text{в}} = 9,78 / 9 = 1,09 \text{ мм} \quad (19)$$

где  $\psi_{\text{в}}$  – коэффициент формы усиления в пределах 7...10.

Зная эти значения, находится площадь поперечного сечения валика:

$$F_{\text{н}} = e * q * \mu_{\text{в}} = 9,78 * 1,09 * 0,73 = 7,78 \text{ мм}^2 \quad (20)$$

где  $\mu_{\text{в}}$  – коэффициент полноты валика равный 0,73.

Для определения скорости перемещения сварочной дуги необходимо воспользоваться методикой расчета по требуемой площади сечения наплавленного металла:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} I_{\text{св}}}{3600 * \gamma * F_{\text{н}}} = \frac{8,13 * 143}{3600 * 7.8 * 0.078} = 0.53 \text{ см/с} \quad (21)$$

Для механизированной сварки в среде CO2 величина коэффициента наплавки будет рассчитываться по формуле:

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} (1 - \psi_{\text{п}}) = 9,076 * (1 - 0.1037) = 8.13 \quad (22)$$

Коэффициент расплавления:

$$\alpha_{\text{р}} = 9,05 + 3,1 * 10^{-3} * \sqrt{I_{\text{св}}} * \frac{1}{d_{\text{э}}^2} = 9.076 \quad (23)$$

коэффициент потерь  $\psi_{\text{п}}$ :

$$\psi_{\text{п}} = -4,72 + 17,6 * 10^{-2} * j - 4.48 * 10^{-4} * j^2 = 10.37 \% \quad (24)$$

Скорость подачи электродной проволоки при механизированной сварке определяют по формуле:

$$V_{\text{пэл}} = \frac{\alpha_{\text{р}} I_{\text{св}}}{3600 * \gamma * F_{\text{эл}}} = \frac{9,076 * 143}{3600 * 7,8 * 3,14 * 0,12 * 0,12} = 0,97 \text{ см/с} \quad (25)$$

Имея полученные данные, можно посчитать высоту заполнения разделки одним проходом:

$$q'_0 = \sqrt{\frac{F_{\text{н}} - C * b}{\text{tg } \alpha / 2}} = \sqrt{\frac{7,78 - 4,09 * 1}{0,5}} = 2,72 \text{ мм} \quad (26)$$

Полагая, что при сварке на принятом режиме с разделкой кромок общая высота шва не меняется, определяется глубина провара притупления:

$$H'_0 = C - q'_0 = 4,09 - 2,72 = 1,37 \text{ мм} \quad (27)$$

Площадь оставшегося поперечного сечения последующих слоев с одной стороны сварного шва, после корневого будет рассчитываться по формуле:

$$F_{\text{п}} = F_{\text{н}}^0 - F_{\text{н}} = 66,5 - 0,73 * 9,78 * (3 + 1,03) = 37,72 \text{ мм}^2 \quad (28)$$

Учитывая следующие рекомендации по площади наплавленного металла за один проход: при механизированной сварке в среде защитных газов электродной проволокой диаметром 1,2...1,4 мм в вертикальном положении площадь первого прохода будет равняться 20...30 мм<sup>2</sup>, второго – 30...60 мм<sup>2</sup>, последующие проходы должны выполняться в пределах от 40 до 70 мм<sup>2</sup>, для обеспечения наплавки необходимого количества металла потребуется всего два прохода: корневой и облицовочный. Назначим глубину проплавления последующих проходов равную 5 и используя формулы (14) - (25) рассчитаем режимы последующего прохода:

$$I_{\text{св}} = 100 * H / k_{\text{н}} = 100 * 5 / 2,1 = 238,1 \quad (29)$$

$$j_{\text{э}} = \frac{4}{\pi * d_{\text{э}}^2} * I_{\text{св}} = 210,6 \text{ А/мм}^2 \quad (30)$$

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 * 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{э}}}} * I_{\text{св}} \pm 1 = 27,8 \pm 1 \text{ В} \quad (31)$$

$$\psi_{\text{пр}} = K' * (19 - 0,01 * I_{\text{св}}) \frac{d_{\text{э}} * U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}} = 2,14 \quad (32)$$

где  $K' = 0,92$ ;

Для определения ширины шва воспользуемся формулой:

$$e = \psi_{\text{пр}} * H = 2,14 * 5 = 10,7 \text{ мм} \quad (33)$$

Высота усиления:

$$q = e / \psi_{\text{в}} = 10,7 / 9 = 1,18 \text{ мм} \quad (34)$$

где  $\psi_{\text{в}}$  – коэффициент формы усиления в пределах 7...10.

Зная эти значения, находится площадь поперечного сечения валика:

$$F_{\text{н}} = e * q * \mu_{\text{в}} = 10,7 * 1,18 * 0,73 = 9,29 \text{ мм}^2 \quad (35)$$

где  $\mu_{\text{в}}$  – коэффициент полноты валика равный 0,73.

Для определения скорости перемещения сварочной дуги необходимо воспользоваться методикой расчет по требуемой площади сечения наплавленного металла:

$$V_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} I_{\text{св}}}{3600 * \gamma * F_{\text{н}}} = \frac{7,95 * 238,1}{3600 * 7,8 * 0,092} = 0,73 \text{ см/с} \quad (36)$$

При сварке в среде CO<sub>2</sub> величина коэффициента наплавки зависит от коэффициентов расплавления и потерь рассчитывается по следующей формуле формуле:

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}}(1 - \psi_{\text{п}}) = 9,083 * (1 - 0,1247) = 7,95 \quad (37)$$

Коэффициент расплавления:

$$\alpha_{\text{р}} = 9,05 + 3,1 * 10^{-3} * \sqrt{I_{\text{св}}} * \frac{1}{d_3^2} = 9,083 \quad (38)$$

коэффициент потерь  $\psi_{\text{п}}$ :

$$\psi_{\text{п}} = -4,72 + 17,6 * 10^{-2} * j - 4,48 * 10^{-4} * j^2 = 12,47 \% \quad (39)$$

Скорость подачи электродной проволоки при механизированной сварке определяют по формуле:

$$V_{\text{пэл}} = \frac{\alpha_{\text{р}} I_{\text{св}}}{3600 * \gamma * F_{\text{эл}}} = \frac{9,083 * 238,1}{3600 * 7,8 * 3,14 * 0,12 * 0,12} = 1,7 \text{ см/с} \quad (40)$$

Расход углекислого газа, согласно рекомендациям, при толщине металла более 8 мм и диаметре проволоки 1,2 мм должен составлять около 11-16 л/мин в зависимости от внешних условий работы, например, ветра. В нашем случае, изготовление происходит будет в цеху, поэтому достаточно назначить расход 12 л/мин.

## 2.6 Расчет химического состава и механических свойств металла шва

Химический состав металла шва будет отличаться от химического состава сварочной проволоки и химического состава основного металла, так как вероятнее всего состав второго и третьего будет так же отличаться, ведь какие-то элементы будут выходить в процессе образования сварочной ванны, а какие-то уйдут на защиту шва от влияния внешней среды, а, так как состав сварного шва влияет на эксплуатационные и технологические свойства заготовки в целом, требуется корректировать режимы сварки по результатам оценки.

### 2.6.1 Расчет ожидаемого химического состава металла шва

Для определения содержания конкретного элемента в металле шва необходимо воспользоваться формулой, которая приведена ниже:

$$R_{ш} = R_0 \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot R_э \pm \Delta R \quad (41)$$

где  $R_{ш}$  - содержание рассчитываемого элемента в металле шва, %;

$R_0$  - содержание этого же элемента в свариваемом металле, %;

$(1 - \gamma_0)$  - доля участия электродного металла в металле шва, %;

$R_э$  - содержание рассчитываемого элемента в металле, наплавленном данной маркой электродов, %;

$\gamma_0$  - доля участия основного металла в металле шва;

$\Delta R$  - переход данного металла из покрытия или газа в шов

Корневой шов имеет наибольший объем факторов, воздействующих на него, поэтому при расчете химических и механических характеристик шва достаточно будет рассчитать его.

Для того, чтобы определить долю участия основного металла в корневом слое шва воспользуемся следующей формулой:

$$\gamma_0 = \frac{F_{np}}{(F_{np} + F_n)} \quad (42)$$

где  $F_n = 7,78 \text{ мм}^2$  – площадь сечения наплавленного металла.

$$F_{np} = 0.73 \cdot e \cdot H \quad (43)$$

где  $F_{np}$  - площадь сечения проплавленного металла

при этом ширину сварного шва возьмём из расчетов в пункте 6 ( $e = 9,78$  мм), требуемая глубина провара  $H = 2$  мм, тогда подставив значения в формулу (13), получим:

$$F_{np} = 0,73 \cdot 9,78 \cdot 2 = 14,28 \text{ мм}^2 \quad (44)$$

следовательно,

$$\gamma_0 = \frac{14,28}{14,28 + 7,78} = 0,647 \quad (45)$$

Для определения последующего химического состава шва, необходимо знать химический состав электродов. Химический состав проволоки СВ-08Г2С приведен в таблице 4.

Таблица 2.4 – химический состав проволоки СВ-08Г2С согласно ГОСТ 2246-70

С	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0.12	0,06	1,4	0,2	0,3	0.025	0.03

Определение химического состава металла полученного выбранным способом сварного шва проведем согласно формуле (17):

$$[C]: R_{ш} = 0,2 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 0,12 = 0,172 \% \quad (46)$$

$$[Si]: R_{ш} = 0,37 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 0,06 = 0,261 \% \quad (47)$$

$$[Cr]: R_{ш} = 0,25 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 0,2 = 0,232 \% \quad (48)$$

$$[Mn]: R_{ш} = 0,5 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 1,4 = 0,818 \% \quad (49)$$

$$[S]: R_{ш} = 0,035 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 0,025 = 0,031 \% \quad (52)$$

$$[Ni]: R_{ш} = 0,3 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 0,3 = 0,3 \% \quad (50)$$

$$[P]: R_{ш} = 0,03 \cdot 0,647 + (1 - 0,647) \cdot 0,03 = 0,03 \% \quad (51)$$

## 2.6.2 Расчет ожидаемых механических характеристик

Для определения ожидаемых механических характеристик полученного металла следует воспользоваться рекомендациями, основанными на экспериментальных данных и зависящих от содержания того или иного элемента в составе наплавленного металла. Для этого используем эмпирические зависимости используя данные, полученные в выражениях (46) – (52):

Предел прочности

$$\sigma_{\text{вн}}=4,8+50C+25,2Mn+17,5Si+23,9Cr+7,7Ni+8W+70Ti+17,6Cu+29 \quad (53)$$

$$Al+16,8Mo=4,8+86+20,61+4,57+5,54+2,31+0+0+3,41+0+0=127,25$$

МПа

Относительное удлинение шва

$$\delta_{\text{ш}}=50,4- \quad (54)$$

$$(21,8C+15Mn+49Si+5,8Cr+2,4Ni+2,2W+6,6Ti+6,2Cu)+$$

$$+17,1Al+2,7Mo=50,4-3,75-12,27-12,78-1,35-0,72-0-0-$$

$$0,19*6,2+0+0=18,35$$

Ударная вязкость шва при T=293 К, Дж/см<sup>2</sup>

$$KCU_{\text{ш}}=23,3- \quad (55)$$

$$(25,7C+6,4Mn+8,4Si+2,4Cr+1,6Ni+0,5W+15,4Ti+4Cu+$$

$$+18Al+1,4Mo=23,3-4,42-5,24-2,19-0,56-0,48-0-0-0,76-0-0=9,65$$

Предел текучести шва, Мпа

$$\sigma_{\text{тш}}=0,73*\sigma_{\text{вн}}=92,89 \quad (56)$$

Относительное поперечное сужение, %

$$\psi_{\text{ш}}=2,32 \quad \delta_{\text{ш}}=42,57 \quad (57)$$

## 2.7 Технология сборки и сварки днища и крышки фильтра грязевика гравитационно-инерционного

Днища сосудов могут иметь различные формы: сферические, конические, плоские, эллиптические. Каждый тип имеет свое предназначение и свои

преимущества. Для изготовления днища и крышки фильтра грязевика гравитационно-инерционного используется эллиптический тип, геометрические параметры которого позволяют воде проходить по днищу к выходу без затруднений и избегать застоев, а также выполняются эти днища без каких-либо сварных соединений, что позволяет снизить риск возникновения дефектов при изготовлении корпуса.

Согласно ГОСТ 6533-78, днище эллиптическое изготавливается методом штамповки, а диаметр заготовки выбирается по формуле (58) без учета припусков на обработку:

$$D = 2\sqrt{(D_H - s)[h_1 + 0.345\xi_H(D_H - s)]} \quad (58)$$

где  $D_H$  – наружный диаметр цилиндрического участка днища;

$s$  – толщина стенки днища;

$h_1$  – высота цилиндрической части днища;

$\xi_H$  - коэффициент, который выбирается по графику (рисунок 4) в зависимости от отношения  $D_H/s$  или по формуле (59).

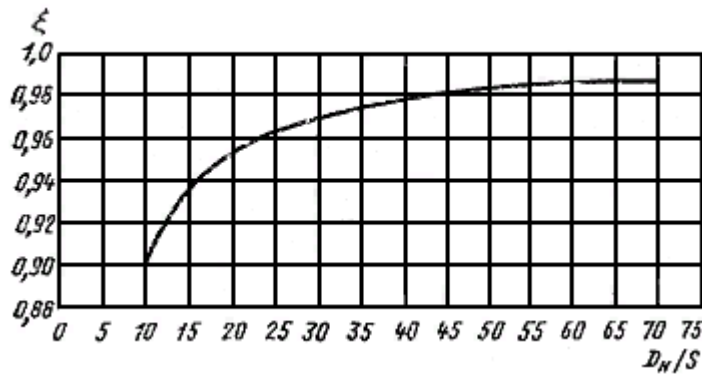


Рисунок 4 – График зависимости коэффициента  $\xi_H$  от отношения  $D_H/s$

$D_H/s=2020/10=202$ , т.к. значение на графике увидеть не представляется возможным – обратимся к формуле (59):

$$\xi_H = 0,725\left(1 + \frac{K^2}{\sqrt{1 - K^2}} \ln \frac{1 + \sqrt{1 - K^2}}{1 - \sqrt{1 - K^2}}\right) \quad (59)$$

где  $K$  рассчитывается по формуле (60):



$$K = \frac{\frac{D_H}{s} - 4}{2\left(\frac{D_H}{s} - 2\right)} = 0.495 \quad (60)$$

Таким образом, подставив полученное значение  $K$  в уравнение (59), получим  $\xi_H=1,0076$ , что позволяет нам посчитать диаметр заготовки для штамповки по формуле (58):

$$D = 2\sqrt{(D_H - s)[h_1 + 0.345\xi_H(D_H - s)]} = \\ = 2\sqrt{(2020 - 10)[40 + 0,345 * 1,0076 * (2020 - 10)]} = 2437,1 \text{ мм}$$

При учете припуска на ручную кислородную резку, равную 4 мм с каждой стороны) примем  $D=2445.1$  мм. Для того, чтобы изготовить данную заготовку нам понадобится лист шириной 2500, выбранной согласно ГОСТ 19903-2015, при толщине листа 10 мм лист данной ширины будет иметь длину от 4000 мм до 12000 мм. Брать минимальную длину – не целесообразно в связи с избытком, оставшегося в процессе резки, металла в объеме 53,95% листа  $2500 \times 4000 \text{ мм}^2$  (рисунок 5), что подтверждает расчет программой КОМПАС 3D:

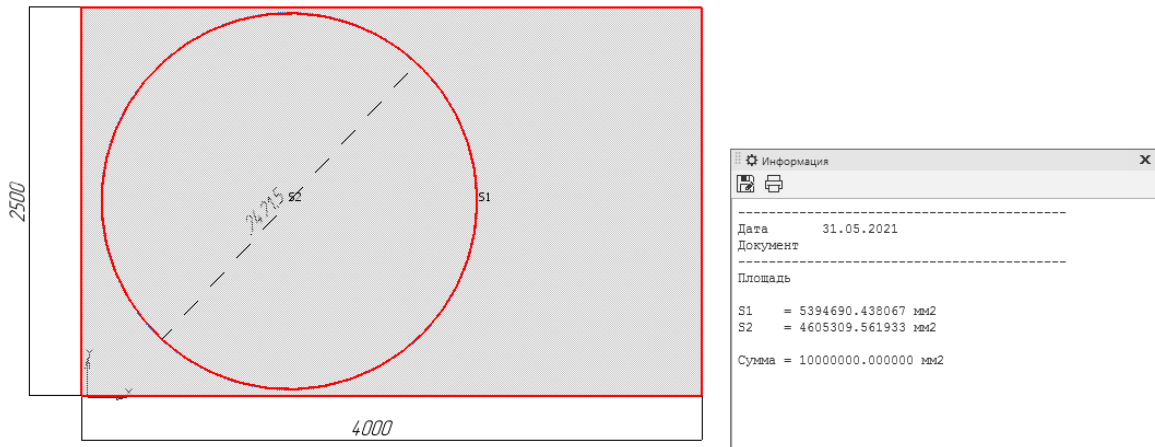


Рисунок 5 – расчет остатка металла при помощи программы КОМПАС 3D

Однако, если взять для заготовок лист  $2500 \times 5000$ , можно будет изготовить 2 заготовки под штамповку, одна из которых пойдет на днище, а другая – на крышку. В таком случае, остаток металла составит уже 26,32% листа, площадью  $3289380,88 \text{ мм}^2$  (Рисунок 6) против  $5394690,43 \text{ мм}^2$  в предыдущем случае.

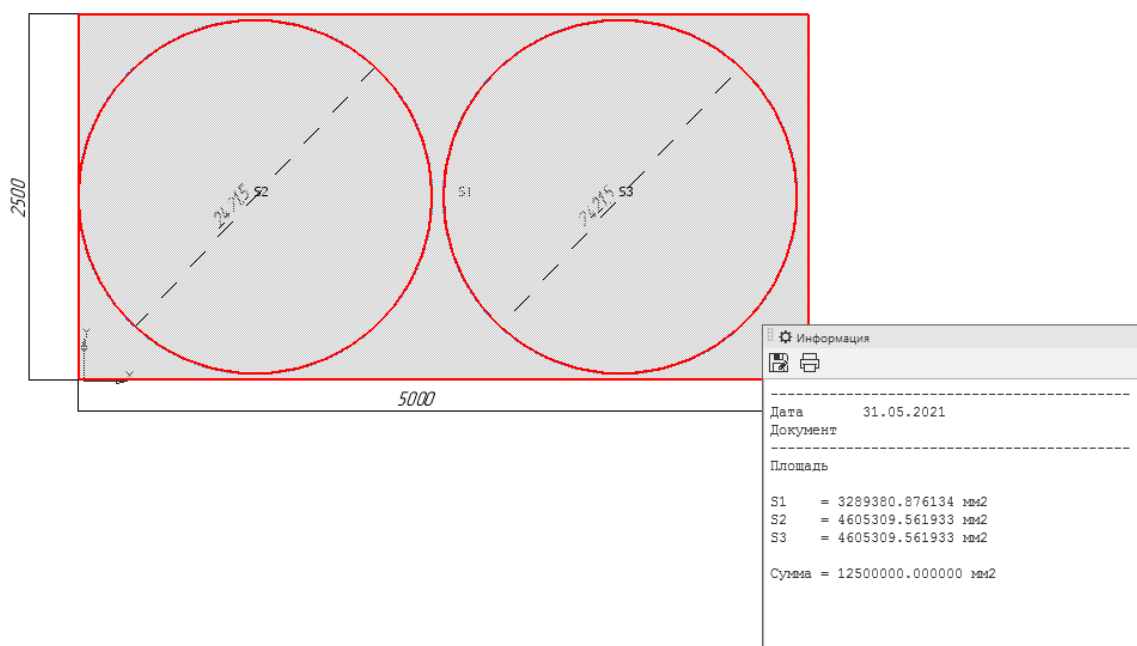


Рисунок 6 – результат расчета площади в программе КОМПАС 3D

Для придания формы заготовкам целесообразно использовать пресс кривошипный горячей штамповки К8052, с техническими характеристиками, приведенными в таблице 2.5:

Таблица 2.5 – технические характеристики КГШП К8052

Наименование характеристики	Величина
Номинальное усилие, тс	16500
Ход ползуна, мм	600
Размеры стола, мм	
Слева направо	2500
Спереди назад	3500
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	800
Габариты прессы, мм	
Слева направо	11000
Спереди назад	8500
Высота над уровнем пола	12700

Для получения необходимой заготовки, обращаем внимание на габариты стола (должны быть не менее 2500\*2500 мм<sup>2</sup>), ход ползуна (должен быть не менее глубины заготовки  $h_n+h_1=545$  мм), габариты (в случае определения места в собственном цеху), мощность электродвигателя (для расчета электропитания), а также доступность запчастей.

Подготовка кромок, сборка и сварка осуществляется аналогично подготовке, сборке и сварке обечайки корпуса, описанным в пункте 1 данной работы на кондукторе.

## 2.8 Подогрев и термообработка после сварки

Согласно рекомендациям приведенным в методических указаниях при  $C_{\text{экв}} < 0,45\%$  сварка должна осуществляться с предварительным подогревом 150...300<sup>0</sup>C (см. таблица 6)

Таблица 2.6 – Рекомендуемые температуры предварительного подогрева при сварке

Класс стали	Рекомендуемый режим подогрева, <sup>0</sup> C
Низкоуглеродистая (до 0,22% C)	120...150 при сварке $S > 40$ мм
Среднеуглеродистая (0,23...0,45% C)	150...300
Высокоуглеродистая	300...450
Низколегированная	200...250
Легированная конструкционная	До 400
Теплоустойчивая	250...400
Жаропрочная аустенитная	Без подогрева

Коррозионно-стойкая неаустенитного класса	До 400
--	--------

## 2.9 Расчет расхода сварочных материалов

### 2.9.1 Расчет расхода электродного металла

Расход металла электрода осуществляется исходя из следующих параметров: площадь сечения наплавленного металла, длину сварных швов и их количество и зависит от формы разделки кромок, типа сварного соединения и геометрических размеров самого шва.

Так как ручная дуговая сварка имеет гораздо больший расход металла в связи с остатком огарков и практическом отсутствии перехода элементов покрытия в шов, худшим качеством шва по сравнению с механизированной сваркой дальнейшие расчеты будет целесообразно проводить исключительно для механизированной сварки.

Для механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов количество электродного металла определяется в зависимости от количества наплавленного металла и коэффициента потерь при сварке  $\psi_n$  определяемого при расчете режимов сварки (39) и равного 12,47%

$$G_3 = G_n * (1 + \psi_n) = 440 * (1 + 0,1247) = 495,9 \text{ г} \quad (61)$$

$G_n$  – масса наплавленного металла на один поперечный шов, определяемая по формуле (62):

$$G_n = F_n * l_{ш} * \gamma_n = 0,665 * 85 * 7,8 = 440,9 \text{ г} \quad (62)$$

Высота обечайки при данном диаметре составит не более 4,2 м, следовательно, изготавливаться будет из 5 сваренных между собой полос шириной 850 мм и длиной 6300 мм, согласно сортаменту широкополосному горячекатаному, поперечный шов которых составит 800-850 мм, что и принимается за  $l_{ш}$ .

## 2.9.2 Расчет объема газа при сварке в защитных газах

Расход защитного газа назначается при расчете режимов сварки. Для того, чтобы определить общий объем газа, необходимо учесть время для выполнения сварного соединения, скорость сварки возьмем из п.6:

$$t = \frac{l_{шв}}{V_{св}} = \frac{850 \text{ мм}}{7.3 \text{ мм/с}} = 116 \text{ с} \quad (63)$$

$$Q_{г} = t * Q_{мин} = 23,2 \text{ л} \quad (64)$$

## 2.10 Технология сварки

Сварочная проволока, используемая в сварке должна проходить предварительную проверку на соответствие требованиям ГОСТ 2246-70. Для того, чтобы допустить проволоку в производство предварительно необходимо убедиться в отсутствии на ней дефектов типа окалины, коррозии, задиров, следов смазки и заломов. В случае обнаружения окалины или смазки перед или во время намотки проволоки на катушки проводится очистка ее наждачной бумагой и спиртом (ГОСТ 5962-67) или ацетоном (ГОСТ 2768-84). Также, для удаления влаги и во избежание возникновения пор при сварке необходимо прокалывать проволоку при 100-150<sup>0</sup>С перед использованием, также допускается проковка при 250<sup>0</sup>С в течение 2-3 часов с предварительной обработкой H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Баллоны перед сваркой необходимо проверить на наличие/отсутствие дефектов, а также на наличие и соответствие нормам сопроводительной документации согласно РД 34.10.125-94.

Разделку кромок осуществлять газокислородной резкой и зачищать абразивным инструментом на ширину примерно 20 мм.

Сборку нужно проводить на четко выверенных кондукторах. Особое внимание следует уделить отсутствию возможности загрязнить разделку и зазоры свариваемых поверхностей.

На сборку детали поступают уже зачищенными, а, непосредственно перед сваркой, обезжириваются.

Перед тем, как выполнять основной шов необходимо произвести сборку при помощи специальных кондукторов и выполнения прихваток в местах будущих швов. Величина прихваток четко не регламентируется, но должна для данного изделия быть в пределах 30-50 мм и на расстоянии 200-500 мм друг от друга теми же способом и материалами, что и основной шов [13].

Формы кромок и размеры зазоров при сборке свариваемых соединений, а также выводных планок должны соответствовать величинам, указанным на рисунке 2.

В случае возникновения трудностей ввиду несовершенств формы деталей или сборочных единиц их следует поправить при помощи абразивного инструмента или киянки.

При стыковке деталей одинаковой толщины смещение одного элемента относительно другого должно быть не более 1,5 мм.

Прихватки должны быть проконтролированы визуально измерительным методом контроля (ВИК) на отсутствие поверхностных дефектов. Требования к качеству прихваток такие же, что и требования, предъявляемые к основным швам изделия.

Прихватки, имеющие недопустимые дефекты, необходимо удалить любым удобным способом и переделать после этого.

В целях уменьшения тепловых деформаций в процессе образования протяженного сварного шва, следует воспользоваться обратноступенчатым способом ведения сварки. Данный способ применяется на швах протяженностью, данный способ предпочтителен при выполнении швов средней и большой длины и заключается в том, что весь шов делится на множество небольших направлений которых противоположно основному направлению ведения шва. При данном способе металл успевает охладиться быстрее, так как действие тепла в одном направлении не происходит и рассеивается в достаточной мере пока ведется обратный стежок.

## 2.11 Выбор сварочного оборудования

Для механизированной сварки в смеси защитных газов выбираем выпрямитель сварочный Aurora PRO SPEEDWAY 300 IGBT 10905 это полуавтомат, отвечающий всем необходимым современным требованиям. Источник питания показывает отличные результаты и высокую стабильность при высоконагруженном производстве, что позволяет использовать его в серийном производстве. Это обусловлено следующими показателями:

Технология стабилизации дуги и минимизация количества брызг;

Стабильная работа в условиях вибрации, высокой влажности и соляного тумана;

Широкий диапазон допустимых температур окружающей среды от -39 до + 50<sup>0</sup>С;

Экономия 6-10 кВт электроэнергии на каждую использованную катушку проволоки по сравнению с традиционными источниками;

Технические характеристики Aurora PRO SPEEDWAY 300 IGBT 10905 представлены в таблице 7.

Таблица 2.7 – Технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Диапазон регулирования сварочного тока, А	50-300
Напряжение питающей сети, В	380
Сила тока при ПВ 60%, А	315
ПВ на макс токе при температуре окружающей среды 40 <sup>0</sup> С, %	35
Частота тока в сети, Гц	50
Максимальная потребляемая мощность, кВт	11,7

Скорость подачи проволоки, м/мин	3-16
Напряжение холостого хода, В	56
Габариты, мм	533x293x595

Продолжение таблицы 2.7

Масса, кг	31,5
Класс защиты	IP21

## 2.12 Деформации и напряжения при сварке и меры борьбы с ними

В связи с известными особенностями металлов и большинства материалов в целом, известно, что при нагреве имеет место расширение материала или его деформация. Если, интересующий нас в данной работе, металл нагревается равномерно (тепло распределяется по всему объему), то и деформации, возникающие в нем в связи с нагревом возникают равномерно и так же равномерно исчезают при охлаждении, однако, если металл нагревается неравномерно, как всегда это и происходит, то деформации локально возникнуть не могут и влекут за собой деформации еще не нагретой части металла, что приводит к необратимым деформациям, которые не исчезнут при охлаждении металла. Из вышесказанного можно сделать вывод, что на деформации металла при сварке влияют его теплопроводность и коэффициент линейного расширения. Так, например, у некоторых металлов с высокой теплопроводностью (например, алюминий и его сплавы) деформации при сварке сведены к минимуму, так как прогрев металла идет по всему объему практически сразу, а, следовательно, холодных деформаций не происходит. При возникновении холодных деформаций и исчезновении горячих возникают внутренние напряжения, которые могут становиться причиной возникновения трещин или даже просто помешать сборке изделия.



Не трудно предположить, что деформации, которые возникают в ненагретых металлах и не уходят после охлаждения называют остаточными, а те напряжения, что возникают, например, с нагревом и уходят с охлаждением или прекращением действия определенной нагрузки – называются временными напряжениями.

Тепловые процессы в металле сопровождаются структурными изменениями, так, например, при нагреве металлов до разных температур образуются различные структуры металла (аустенит), а при его резком охлаждении – мартенсит и, следовательно, напряжения, возникающие в следствие структурных превращений называются структурными, а в следствие тепловых расширений – тепловой.

Также имеются напряжения, которые классифицируются по размерам области, в пределах которой они действуют – это напряжения I, II и III рода, объемы которых варьируются от крупных соизмеримых с размерами деталей или их частей, до объемов не превышающих атомной частицы соответственно.

Напряжения также можно разделить по направлению действия:

1. продольные вдоль оси шва;
2. поперечные перпендикулярно направлению образования шва.

Продольные и поперечные напряжения могут стать причиной возникновения видимых деформаций и брака, поэтому следует учитывать их при выполнении и проектировании швов.

Существует множество способов предотвращения деформаций и напряжений при сварке, к ним относятся такие методы, как предварительный нагрев, изгиб в сторону, противоположную предсказываемому изгибу в процессе сварки, жесткая фиксация изделия при сварке и т.д., однако не все они эффективны и не всегда выходит радужное отсутствие деформаций, поэтому следует учитывать также возможность исправления деформаций после их возникновения. Послесварочное исправление можно разделить на три группы по типу влияния на изделие – механическое, термическое и термомеханическое, как

правило, механическому способу отдают наименьшее предпочтение, а термомеханическому – наоборот, наибольшее.

### 3 Техника безопасности при производстве сварочных работ

Сборочные и сварочные работы выполняются в соответствии с Федеральным законом. При выполнении работ существуют следующие основные опасности для здоровья рабочих:

- а) ушибы и порезы во время подготовки изделий к сварке и во время сварки;
- б) поражением глаз и открытых поверхностей кожи лучами дуги;
- в) ожоги от разбрызгивания электродного расплавленного металла и шлака;
- г) отравление газами и пылью;
- д) поражение электрическим током.

Для защиты тела рабочего от тепловых, механических и других воздействий применяются специальная одежда (брюки, куртки, комбинезоны, рукавицы) и специальная обувь, которые должны соответствовать характеру выполняемой работы и метеорологическим условиям на рабочем месте. Материал и маркировка спецодежды и спецобуви определяются действующими стандартами. Для защиты от соприкосновения с влажной, холодной землей и снегом, а также с холодным металлом при наружных работах сварщики должны обеспечиваться подстилками, наколенниками и подлокотниками из огнестойких материалов с эластичной прослойкой. Одежда (брюки, куртка, рукавицы) должна быть из специального лёгкого негорючего материала (брезент или специальной ткани), ботинки с носами, защищёнными металлическими пластинами, и боковой застёжкой, что исключает попадание искр и капель металла; рукавицы с крагами.

Для защиты лица и глаз от действия лучистой энергии электрической дуги, а также искр и брызг расплавленного металла сварщики и операторы плазменных установок должны обеспечиваться щитками или масками со светофильтрами С1...С10, а газорезчики, газосварщики – очками со светофильтрами Г1...Г3, вспомогательные рабочие – очками со светофильтрами

В1...В3. С наружной стороны светофильтр закрывают прозрачным стеклом, которое по мере загрязнения меняют.

Защита органов дыхания осуществляется путём применения респираторов и противогазов; иногда применяются сварочные маски с подачей в них чистого воздуха.

Для защиты сварщика от поражения электрическим током необходимо:

а) Все электрооборудование сварочных и сборочно-сварочных цехов и участков должно соответствовать «Правилам устройства электроустановок» и действующим ГОСТ, а его эксплуатация – «Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей и правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей». Кроме того, следует выполнять указания по эксплуатации и безопасному обслуживанию электросварочных установок, имеющиеся в инструкциях заводов-изготовителей.

б) надёжно заземлять корпус источника питания дуги и свариваемое изделие;

в) не использовать контур заземления в качестве сварочного провода;

г) хорошо изолировать рукоятку электрододержателя;

д) горелка для сварки в газе не должна иметь открытых токоведущих частей, а рукоятка её должна быть покрыта диэлектрическим и теплоизолирующим материалом;

е) работать в сухой и прочной спецодежде и рукавицах (ботинки не должны иметь в подошве металлических шпилек и гвоздей).

При составлении технологии сборки следует самым тщательным образом продумать её проектируемые операции с точки зрения безопасности работы.

## 4 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

### 4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Цель исследования в рамках проекта: Разработать технологию сборки и сварки фильтров грязевиков гравитационно-инерционных.

Целью разработки технологии сборки и сварки фильтров грязевиков гравитационно-инерционных является качество, долговечность, безопасность, экологичность.

Рассмотрим конкурентную среду. Критериями сегментирования для предприятия являются отрасль и размер предприятия.

Таблица 4.1- Карта сегментирования рынка по изготовлению листов

Размер	Отрасль потребления		
	НефтеХимическая	Транспортная	Пищевая
Крупные	ООО «FARTA Energy»	НПО «Спецнефте маш»	
Средние		Компания «СтальПартнер»	
Мелкие			Компания «Сталь Партнер»

На рынке применения технологии сварки фильтров грязевиков имеются следующие конкуренты:

- Компания ООО «FARTA Energy» нефтехимическое предприятие, специализирующееся на выпуске комплектующих деталей автомобилей, аккумуляторных батарей, деталей для телевизионной промышленности и

светотехники, изделий радиоэлектроники, радиотехники, приборостроения.

- Компания «Сталь Партнер», которая изготавливает железнодорожные цистерны и автоцистерны, а также производство емкостей для пищевой промышленности;

- НПО «Спецнефтемаш» изготавливает цистерны и резервуары для хранения и транспортировки нефтяных и химических продуктов

Указанные предприятия - конкуренты имеют определенную долю рынка по применению технологии сварки листов из стали марки сталь 20.

## **4.2 Анализ конкурентных технических решений**

Динамичное состояние рынков и высокая конкуренция побуждают к постоянному детальному анализу разработок и технологий производства обечаек из стали марки сталь 20. Его основная цель повысить конкурентоспособность технологии путем внесения коррективов в технологический процесс изготовления. Необходимо объективно оценить возможности конкурентов. Для этого необходима информация о следующем:

- характеристика проекта с точки зрения технологического процесса;
- преимущество перед конкурентными разработками;
- уровень завершенности научного исследования проекта;
- стоимость реализации проекта;
- степень продвижения на рынке;
- финансовые возможности конкурентов, прогнозы.

Анализ конкурентных технических решений для целей ресурсоэффективности дает возможность провести сравнительную оценку эффективности проектной технологии и определить направления для ее последующего улучшения.

Рассчитанные данные приведенные в таблице 4.2 (Приложение А) свидетельствуют, что технология сборки и сварки обечайки из стали марки 20 достаточно эффективна по техническим критериям, при этом недостаточно

эффективна по экономическим критериям.

Преимуществом аргоновой сварки листа из стали марки 20 является надежная изоляция от окружающей среды, повышение качества и отсутствие нарушений кристаллической решетки в соединенной поверхности, а также показательная тепловая мощность дугового разряда, что положительно сказывается на качестве и скорости сварки.

При этом предприятие уступает конкурентам, уже занявшим рыночную нишу и имеющим наработанную базу заказчиков.

Для продвижения продукции на рынок предприятию необходимо продумать рекламные и маркетинговые ходы.

### **4.3 SWOT – анализ**

SWOT анализ – это определение сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз по его осуществлению. Этот анализ проводят для выявления внешней и внутренней среды проекта. Проводится этот анализ в три этапа.

#### **Первый этап**

Данный этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Сильные стороны проекта – это его факторы, которые характеризуют конкурентоспособную сторону научно–исследовательского проекта. Сильные стороны свидетельствуют о том, что у проекта есть отличительное преимущество или особые ресурсы, являющиеся особенными с точки зрения конкуренции.

К сильным сторонам проекта относятся:

- Повышение качества металла шва – С1;
- Облегчение сварки в положениях отличных от нижнего – С2;
- Повышение производительности труда – С3;

- Уменьшение требований к квалификации сварщика – С4.

К слабым сторонам проекта относятся:

- Более сложный подбор режимов сварки – Сл1;
- Большая нагрузка на глаза сварщика – Сл2;
- Необходимость в специальном оборудовании – Сл3.

К возможностям проекта относятся:

- Повышение спроса на данный вид сварки – В1;
- Привлечение внимания инвесторов – В2;
- Улучшение оборудования подходящего для данной технологии – В3.

К угрозам для проекта относятся:

- Дефицит сварщиков, удовлетворяющих требования к квалификации – У1;
- Недостаток финансов на переход к новой технологии – У2;

Второй этап

Данный этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды. Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 4.3 – Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны					
		С1	С2	С3	С4
Возможности	В1	+	-	+	+
	В2	+	-	+	+
	В3	-	-	-	-



Продолжение таблицы 4.3

Угрозы	У1	-	-	-	+
	У2	-	-	-	-
Слабые стороны					
		Сл1	Сл2	Сл3	
Возможности	В1	-	-	-	
	В2	-	+	+	
	В3	-	-	-	
Угрозы	У1	-	-	-	
	У2	-	-	+	

В ходе анализа интерактивных матриц получаем следующие записи сильно коррелирующих сторон и возможностей: В1С1С3, В2С1С3С4, У1С4, В2Сл2Сл3, У2Сл3.

Третий этап

В рамках третьего этапа составлена итоговая матрица SWOT-анализа (Таблица 4.4, приложение А).

## 4.4 Планирование научно-исследовательских работ

### 4.4.1 Структура работ в рамках научного исследования

Таблица 4.5 - Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

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

Продолжение таблицы 4.5

Оценка полученных результатов	9	Анализ результатов	Научный руководитель,
	10	Вывод по цели	студент

#### 4.4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

$$t_{ож\ i} = \frac{3t_{min\ i} + 2t_{max\ i}}{5}, \quad (65)$$

где  $t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы чел.-дн.;

$t_{min\ i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{max\ i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной  $i$ -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях  $T_{p\ i}$ , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета

заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{p\ i} = \frac{t_{ож\ i}}{\chi_i} \quad (66)$$

где  $T_{p\ i}$  – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ож\ i}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$\chi_i$  – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

### 4.4.3 Разработка графика проведения научного исследования

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

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}} \quad (67)$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в календарных днях;

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$  – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (68)$$

где  $T_{\text{кал}} = 365$  – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}} = 104$  – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}} = 14$  – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1.47 \quad (69)$$

Все рассчитанные значения вносим в таблицу (табл. 4.6, прил. А).

После заполнения таблицы 8 строим календарный план-график (табл. 4.7, прил. А).

График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени дипломирования. При этом работы на графике выделим различной штриховкой в зависимости от исполнителей.

#### 4.4.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением.

#### 4.4.5 Расчет материальных затрат НТИ

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (70)$$

где  $m$  – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Транспортные расходы принимаются в пределах 15-25% от стоимости материалов.

Таблица 4.8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество			Цена за ед., руб			Затраты на материалы, (З <sub>м</sub> ), руб.		
		Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Св-ые электро	Кг.	0,5	0,5	0,5	80	80	80	63	63	63
ПГ, СГ, ЗГ	Лит.	1	1	1	12	12	12	18	18	18
Итого:								81	81	81

#### 4.4.6 Расчет затрат на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, стенов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены.

Таблица 4.9 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования			Цена единицы оборудования, тыс. руб.			Общая стоимость оборудования, тыс. руб.		
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Источник питания	1	1	1	30	30	30	40	40	40
Итого:							40	40	40

#### **4.4.7 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей**

##### **ТЕМЫ**

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20–30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в табл. 4.10( приложение А).

Проведем расчет заработной платы относительно того времени, в течение которого работал руководитель и студент. Принимая во внимание, что за час работы руководитель получает 450 рублей, а студент 100 рублей (рабочий день 8 часов).

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \quad (71)$$

где  $Z_{осн}$  – основная заработная плата;

$Z_{доп}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{осн}$ ).

Максимальная основная заработная плата руководителя (кандидата технических наук) равна примерно 48000 рублей, а студента 31700 рублей.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{доп} = K_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (72)$$

где  $K_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Таким образом, заработная плата руководителя равна 53760 рублей, студента – 35504 рублей.

#### **4.4.8 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)**

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) \quad (73)$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%.

Для сотрудников Томского Политехнического Университета этот коэффициент составляет 30,2%.

Таблица 4.11 – расходы на заработную плату руководителя и студента

Исполнитель	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Научный руководитель	48000	5760
Бакалавр	31700	3804
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
<b>Итого:</b>	<b>26957,7</b>	



#### 4.4.9 Накладные расходы

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$Z_{\text{накл}} = \left( \sum \text{статей} \right) \cdot K_{\text{нр}}, \quad (74)$$

где  $K_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

Таким образом, наибольшие накладные расходы при первом исполнении равны:

Исполнение 1:

$$Z_{\text{накл}} = 152523,8 \cdot 0,16 = 24403,8 \text{ руб.}$$

Исполнение 2:

$$Z_{\text{накл}} = 158136 \cdot 0,16 = 25301,8 \text{ руб.}$$

Исполнение 3:

$$Z_{\text{накл}} = 159861,98 \cdot 0,16 = 25577,92 \text{ руб.}$$

#### 4.4.10 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта.

Таблица 4.12 – Расчет бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
	Исп. 1	
1. Материальные затраты НИИ	81	Пункт 3.3.1
2. Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	40000	Пункт 3.3.2
3. Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	69700	Пункт 3.3.3

Продолжение таблицы 4.12

4. Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	16700	Пункт 3.3.3
5. Отчисления во внебюджетные фонды	26957,7	Пункт 3.3.4
6. Накладные расходы	24550,1	16% от суммы ст. 1-5
7. Бюджет затрат НТИ	177988,8	Сумма ст.1-6

#### 4.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождения связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} \quad (75)$$

где  $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$  – интегральный финансовый показатель разработки;

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп1}} = \frac{415056,7}{415056,7} = 1; I_{\text{финр}}^{\text{исп2}} = \frac{315033,8}{415056,7} = 0,76; I_{\text{финр}}^{\text{исп3}} = \frac{343102,5}{415056,7} = 0,83.$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i \cdot b^i \quad (76)$$

где  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности для  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$a^i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

$b_i^a, b_i^p$  – бальная оценка  $i$ -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспериментальным путем по выбранной шкале оценивания;

$n$  – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы (табл.4.13).

Таблица 4.13 – сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1.Сварочный материал	0,25	5	3	4
2.Удобство в эксплуатации	0,25	5	2	3
3.ПГ, СГ,ЗГ	0,15	4	4	4
4.Модернизация установки	0,35	4	5	5
Итого	1	4,5	3,15	3,8

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,35 = 4,5 ;$$

$$I_{p-исп2} = 3 \cdot 0,25 + 2 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,15 ;$$

$$I_{p-исп3} = 4 \cdot 0,25 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,35 = 3,8 ;$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ( $I_{исп.i}$ ) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.i} = \frac{I_{p-исп.i}}{I_{финр.i}}, \quad (77)$$

$$I_{исп1} = \frac{4.5}{1} = 4.5; I_{исп2} = \frac{3.15}{0.76} = 4.14; I_{исп3} = \frac{3.8}{0.83} = 4.57.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (см.табл.17) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп i}}{I_{исп max}} \quad (78)$$

Таблица 4.14 - Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
Интегральный финансовый показатель разработки	1	0,76	0,83
Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,5	3,15	3,8
Интегральный показатель эффективности	4,5	4,14	4,57
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,89	0,98

Сравнив значения интегральных показателей эффективности можно сделать вывод, что реализация технологии в первом исполнении является более эффективным вариантом решения задачи, поставленной в данной работе с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

## **5 Социальная ответственность**

### **Введение**

Выполнение работ по сборке и сварке фильтра грязевика гравитационно-инерционного происходит на отведенном участке в производственном цеху. Данные фильтры используются для грубой безреагентной очистки воды больших объемов от тяжелых металлов и взвешенных частиц – продуктов износа водопровода и насосных элементов, как правило эта вода используется в дальнейшем в производстве, где существует риск порчи механизмов данными частицами или же где в дальнейшем производится финальная очистка воды для дальнейшего дистиллирования или употребления внутрь человека.

### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения**

Согласно ТК РФ, N 197 –ФЗ [2] работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра.

В трудовом законодательстве РФ закреплён комплекс мер, которые призваны компенсировать работнику риски, связанные с вредными условиями труда.

К их числу относятся:

- дополнительный оплачиваемый отпуск;
- сокращение продолжительности рабочей смены;
- доплата к основному окладу в размере 4%;
- бесплатное санаторно-курортное лечение;
- обеспечение средствами индивидуальной защиты;
- возмещение в натуральной форме, включая бесплатное питание и выдачу молока;
- снижение возрастной планки при выходе на пенсию.

## **5.2 Производственная безопасность при разработке проектного решения**

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении заготовительных, а затем сварочных работ.

В данном подразделе разрабатывались решения, обеспечивающие снижение влияния выявленных опасных и вредных факторов на работающих. Также предлагаются мероприятия, обеспечивающие безопасность технологического процесса и эксплуатации оборудования.

Также рассмотрели требования безопасности, предъявляемые ко всем видам работ, установкам и устройствам, формирующим опасные факторы.

Для выбора факторов используется ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [4]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды приведен в таблице 5.1 (приложение А).

## 5.2.1 Отклонение показателей микроклимата

Таблица 5.2 – Оптимальные нормы микроклимата в рабочей зоне производственных помещений (согласно СанПиН 1.2.3685-21 2.2.4)

Процессы	Влажность, %	Температура, °С	Скорость, м/с
Оптимальные:			
Холодный	60-40	17-19	не более 0,2
Теплый	60-40	19-21	не более 0,2
Допустимые:			
Холодный	15-75	15-22	не более 0,5
Теплый	15-75	16-27	не более 0,5

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

Микроклимат помещения соответствует оптимальным показателям, а именно относительная влажность воздуха – (42-57) %, скорость движения воздушных потоков – менее 0,2 м/с, температура воздуха в теплый период – (+19-21) °С, температура воздушных потоков в холодное время года – (+17-19) °С

## 5.2.2 Повышенный уровень шума

Основными источниками шума при проведении заготовительных и сборочно-сварочных операций являются станки для обработки металла, подвижные передвигающиеся части машин и механизмов, сварочная дуга и шум, издаваемый источником питания сварочной дуги.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно следующему документу – ГОСТ 12.1.003-2014 [6]. Максимальный уровень шума, величина которого колеблется во времени и прерывается, не должна превышать 50-55 дБА.

Максимальный уровень для импульсного шума не должен превышать 125 дБА. Максимальный уровень шума на рабочем месте сварщика не должен превышать 75 дБА.

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 [13]. Этими мерами являются:

- уменьшение уровня шума в источнике его возникновения;
- рациональное размещение оборудования;
- борьба с шумом на путях его распространения, в том числе изменение направленности излучения шума;
- использование средств звукоизоляции и звукопоглощения.

Согласно [14] уровень шума на рабочем сборочно-сварочном участке цеха составляет не более 75 дБА и соответствует нормам.

### **5.2.3 Освещённость рабочей зоны**

Основной задачей производственного освещения является поддержание на рабочем месте освещённости, соответствующей характеру зрительной работы.

Для освещения производственного цеха необходимо использовать, как правило, газоразрядные источники света: лампы ДРЛ, ДРИ; для освещения высоких цехов (до 4 м) большой площади - люминесцентные лампы. Допускается применение ламп накаливания. Для местного освещения рекомендуются светильники с непрозрачными отражателями, имеющими защитный угол  $\geq 30^\circ$ . Если светильники расположены ниже глаз сварщика, то защитный угол может быть в пределах 10... 30°.

Рациональное освещение имеет большое значение для высокопроизводительной и безопасной работы. Нормирование значений освещённости рабочей поверхности при сварочных работах помещения составляет 200 лк [7].



Недостаточная освещенность может быть вызвана ошибочным расположением ламп в помещении, отсутствием окон в помещении, не правильным выбором количества осветительных приборов и не рациональной нагрузкой на них электрического тока. Данный фактор может стать причиной неадекватного восприятия человека технологического процесса, его утомления, а также вызвать пульсирующие головные боли.

Для производственных помещений, а также научно-технических лабораторий коэффициент пульсаций освещенности ( $K_{\text{П}}$ ) должен быть не больше 10%. Коэффициент естественного освещения для сварочных и сборочно-сварочных работ должен быть не менее 1,5 % при боковом и 5 % при верхнем или комбинированном освещении [15].

В целях уменьшения пульсаций ламп их включают в разные фазы трехфазной цепи, стабилизируют постоянство прохождения в них переменного напряжения. Но самым рациональным решением данного вредного фактора является изначально правильное расположение и подключение источников света в помещении, путем замеров освещенности, при помощи люксметра, и сравнения полученных результатов с нормативными документами.

#### **5.2.4 Опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое эл-во.**

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека, которое может привести к летальному исходу.

Источниками возникновения фактора, то есть основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;

- ошибочное включение электроустановки или несогласованные действия обслуживающего персонала.

Для предупреждения поражения электрическим током во время проведения электросварочных работ необходимо соблюдать следующие условия:

- корпуса источников питания дуги, сварочного вспомогательного оборудования и свариваемые заготовки должны быть надежно заземлены. Заземление осуществляется медным проводом, один конец которого закрепляется к корпусу источника питания дуги к специальному болту с надписью «земля», а второй конец присоединяется либо к общей заземляющей шине, либо к металлическому штырю, вбитому в землю;

- для подключения источников сварочного тока к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами;

- заземление передвижных источников питания производится до их включения в силовую сеть, а снятие заземления – только после отключения от силовой сети;

- все сварочные провода должны иметь исправную изоляцию и соответствовать применяемым токам. Применение проводов с поврежденной изоляцией категорически запрещается;

- спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву, прикрепленную деревянными гвоздями.

Рабочее место сварщика должно быть оборудовано и выполнено в соответствии с требованиями ПУЭ и ГОСТ 12.1.019-2017 [10].

Для предупреждения электротравматизма необходимо проводить соответствующие организационные и технические мероприятия:

- оформление работы нарядом или устным распоряжением;
- проведение инструктажей и допуск к работе;

- надзор во время работы.

Для предотвращения поражения электрическим током в производственном цехе предприятия ООО «FARTA», оборудование оснащено защитным заземлением, занулением в соответствии с техническими требованиями по эксплуатации.

По опасности поражения электрическим током производственный цех предприятия ООО «FARTA» относится к первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с относительной влажностью воздуха 40-50%).

### **5.2.5 Вредные вещества, выделяющиеся в процессе сварки.**

Источником фактора на рабочем месте является процесс сварки и резки металла, которые сопровождаются загрязнением воздушной среды оксидами металлов и мелкодисперсной металлической стружкой.

При ручной дуговой сварке плавящимся электродом в воздух рабочей среды выделяется сварочная пыль. Сварочная пыль представляет собой аэрозоль – взвесь частиц оксидов металлов и минералов в газовой среде. Основными составляющими аэрозоля являются оксиды железа (до 70%), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредны соединения хрома, марганца и фтора. На рабочем месте допускаются следующие предельные концентрации веществ в воздухе (в мг/м<sup>3</sup>): марганец и его соединения – 0,30; хром и его соединения – 0,10; свинец и его соединения – 0,01; цинковые соединения – 5,00; оксид углерода – 20,00; фтористый водород – 0,50; оксид азота – 5,00.

Концентрация нетоксичной пыли более 10 мг/м<sup>3</sup> не допускается. Однако если содержание кварца в пыли превышает 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м<sup>3</sup>.

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 [8].

Согласно [14] показатели концентрации токсичных веществ на рабочем месте сборочно-сварочного участка цеха не превышает допустимые значения и соответствует нормам.

### **5.2.6 Ожоги роговицы глаз и кожных покровов**

Горение сварочной дуги, помимо инфракрасного излучения и видимого света, сопровождается ультрафиолетовым излучением. Яркость световых лучей значительно превышает норму, допускаемую для человеческого глаза, и поэтому зрительная реакция на дугу производит ослепляющее действие.

Ультрафиолетовые лучи при действии даже в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электрофтальмией. Оно сопровождается острой болью, режью в глазах, слезотечением, спазмами век. Более продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи и роговиц глаз. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту). После 20-25 минут работы со сваркой необходимо делать перерыв, чтобы снизить негативное воздействие ультрафиолетового излучения.

Во избежание последствий облучения ультрафиолетовым излучением кожи и сетчатки глаз необходимо соблюдать технику безопасности на рабочем месте. При проведении сварочных работ сварщик обязан быть обеспечен средствами индивидуальной защиты, сварочной защитной маской и производственной сварочной защитной одеждой. В комплект защитной одежды входят костюм и рукавицы, изготовленные из брезентового материала. При работе вне кабины для защиты зрения окружающих должны применяться переносные щиты и ширмы.

Индивидуальные и коллективные средства защиты от поражения ультрафиолетовым излучением должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.254-2013 ССБТ [9].

### **5.2.7 Движущиеся механизмы и машины**

Источником данного фактора являются машины и оборудование, используемое на производстве.

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией [11].

Конструкция производственного оборудования должна исключать на всех предусмотренных режимах работы нагрузки на детали и сборочные единицы, способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих [11].

Если возможно возникновение нагрузок, приводящих к опасным для работающих разрушениям отдельных деталей или сборочных единиц, то производственное оборудование должно быть оснащено устройствами, предотвращающими возникновение разрушающих нагрузок, а такие детали и сборочные единицы должны быть ограждены или расположены так, чтобы их разрушающиеся части не создавали травмоопасных ситуаций [11].

Конструкция производственного оборудования должна исключать падение или выбрасывание предметов (например, инструмента, заготовок, обработанных деталей, стружки), представляющих опасность для работающих, а также выбросов смазывающих, охлаждающих и других рабочих жидкостей [11].

Движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или

расположены так, чтобы исключалась возможность прикосания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование [11].

Если функциональное назначение движущихся частей, представляющих опасность, не допускает использование ограждений или других средств, исключающих возможность прикосания работающих к движущимся частям, то конструкция производственного оборудования должна предусматривать сигнализацию, предупреждающую о пуске оборудования, а также использование сигнальных цветов и знаков безопасности [11].

В непосредственной близости от движущихся частей, находящихся вне поля видимости оператора, должны быть установлены органы управления аварийным остановом (торможением), если в опасной зоне, создаваемой движущимися частями, могут находиться работающие [11].

### **5.2.8 Термическая опасность**

Источником воздействия этого фактора становится работа со сварочным оборудованием в процессе сборки конструкции. Воздействие данного фактора на человека может быть выражено возникновением ожогов вплоть до 4, самой высшей, степени тяжести. Так как температура дуги в процессе сварки достигает 7000 °С, что выше температуры плавления всех существующих металлов. Тепло, распространяющееся в процессе сварки, обеспечивает нагрев всего металла конструкции, который находится вблизи места сваривания частей конструкции.

Для минимизации данного фактора следует руководствоваться ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ [3]. Общие требования этого стандарта заключаются в том, что к выполнению сварочных работ допускаются работники в возрасте не моложе 18 лет, прошедшие обучение, инструктаж и проверку знаний по охране труда, освоившие безопасные методы и приемы выполнения работ, методы и приемы правильного обращения с приспособлениями, инструментами и грузами.

В случае возникновения в процессе сварки каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, работник должен обратиться к своему непосредственному или вышестоящему руководителю.

Работники, занятые сваркой, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, такими как специальный костюм, перчатки (краги), сварочная маска и специальная обувь сварщика.

### **5.2.9 Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов**

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией. Для защиты окружающих устанавливаются ограждения, ширмы, кожухи, предупреждающие знаки.

Работники, занятые сваркой, должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты, такими как специальный костюм, перчатки (краги), сварочная маска и специальная обувь сварщика.

### **5.2.10 Повышенный уровень общей и локальной вибрации**

Основным источником вибраций является сварочное оборудование. Длительное воздействие вибрации на организм человека приводит к утомлению, неврологическому поражению и сосудистым нарушениям.

Для уменьшения влияния вибрации используют такие методы как:

- воздействие на источник возбуждения, то есть снижение или ликвидация вынуждающих сил;
- отстройкой от режима резонанса путем рационального выбора массы или жесткости колеблющейся системы;

- динамическое гашение колебаний;
- изменение конструктивных элементов машин и строительных конструкций;
- рациональная организация режима труда и отдыха.

### **5.2.11 Монотонность труда и длительное сосредоточенное наблюдение**

Как любой другой вредный фактор, монотонность труда и длительное сосредоточенное внимание при продолжительном воздействии на организм работника могут привести к возникновению и развитию профессиональных заболеваний.

Физические перегрузки, связанные с тяжестью трудового процесса, характеризуются такими показателями, как:

- стереотипные рабочие движения;
- статическая нагрузка;
- рабочая поза;
- наклоны корпуса тела работника;
- перемещение в пространстве.

Меры по устранению и/или предупреждению перечисленных факторов в соответствии с МР 2.2.9.2311-07:

При пятидневной рабочей неделе и 8-ми часовой смене продолжительность обеденного перерыва составляет 30 мин, а регламентированные перерывы рекомендуется устанавливать через 2 ч от начала рабочей смены и через 2 ч после обеденного перерыва продолжительностью 5-7 мин каждый. Во время регламентированных перерывов с целью снижения нервно-эмоционального напряжения, утомления зрительного и других анализаторов целесообразно выполнять комплексы физических упражнений, включая упражнения для глаз, в первой половине смены, а в конце рабочего дня – психологическая разгрузка в специально оборудованных помещениях.



### **5.3 Экологическая безопасность при разработке проектного решения**

В данном разделе рассматривается характер воздействия проектируемого решения на окружающую среду. Выявляются предполагаемые источники загрязнения окружающей среды, возникающие в результате реализации предлагаемых в ВКР решений [1].

Люминесцентные лампы, используемые в цехе и на участках цеха в качестве дополнительного искусственного освещения, утилизируются согласно ГОСТ Р 52105-2003 специализированными и имеющими лицензию на данный вид деятельности организациями [17].

Процесс разработки технологии сборки конструкции представляет из себя работу с информацией, такой как технологическая литература, статьи, ГОСТы и нормативно-техническая документация. Таким образом, процесс разработки исследуемой технологии не имеет влияния негативных факторов на окружающую среду. Использованная макулатура утилизируется согласно ГОСТ Р 55090-2012 и в последствии вторично используется [18].

Утилизация металлических отходов, таких как металлические обрезки, огарки электродов, вышедшая из строя оснастка и вспомогательные изделия осуществляется в соответствии с 54564-2011 [17].

Устройство, вышедшее из эксплуатации, согласно ГОСТ Р 55102-2012 должно пройти следующие стадии: сбор, хранение, транспортирование и разборка ОЭЭО (отработавшее электротехническое и электронное оборудование) [16].

### **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях при эксплуатации**

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода [20].

Согласно НПБ 104-03 для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей [19].

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» помещение, предназначенное для разработки, изготовления и эксплуатации результатов проекта, относится к типу П-2а. Данным обозначением характеризуются зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр [21].

В случае возникновения пожара необходимо выполнить следующие действия:

- принять меры к вызову на место пожара группу пожарных, а также непосредственного руководителя или других должностных лиц;
- оповестить персонал производственного помещения и принять меры к тушению очага пожара;
- горящие части электроустановок и электропроводку, находящиеся под напряжением, тушить углекислотным огнетушителем.

В случае срабатывания системы пожарных извещателей необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию сотрудников в соответствии с планом эвакуации, который представлен в производственном цехе предприятия ООО «FARTA».

## 5.5 Выводы по разделу

Сборочно-сварочный участок производственного цеха ООО «FARTA» соответствует нормам и системам стандартов безопасности труда.

Категория производственного помещения по электробезопасности соответствует второму классу – «помещения с повышенной опасностью».

Согласно правилам по охране труда при эксплуатации электроустановок персонал должен обладать II группой допуска по электробезопасности. Присвоение II группы по электробезопасности производится путём обучения в учебном центре по программе не менее 72 часов. Подготовка может проводиться на предприятии силами своих специалистов и должна проходить не менее 20 часов. В присутствии сотрудника II группы могут работать сотрудники I группы.

Категория тяжести труда в производственном помещении по СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания" относится к категории IIб (работы, связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением) – физические работы средней тяжести.

Согласно СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» производственное помещение для разработки технологии сборки и сварки медных пластин имеет категорию помещения группы Г, возможный класс пожара Е. Вещества и материалы, находящиеся в помещении: 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.

Промышленное предприятие, в котором находится производственное помещение, относится к объектам IV категории, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Санитарно-защитная зона не требуется.



## **Заключение**

В ходе проделанной работы была разработана технология механизированной сварки в среде защитных газов стыкового соединения листов из стали 20. Сварка покрытыми электродами, в данном случае, оказалась нецелесообразной, так как швы имеют большую протяженность. Конструкция требует добавления легирующих элементов, хоть и не в большом количестве, что не может обеспечить покрытый электрод, а, так же при сварке обечайки потребуется много сварочного материала, вследствие чего повысится расход электродов в связи с появлением огарков.

Также были осуществлены расчёты режимов для сварки, при помощи которых можно осуществить сварку данной конструкции по всей длине, обеспечивая при этом полное проплавление, однако, перед началом сварки необходимо выполнить корректировку режимов в зависимости от действительных условий для обеспечения получения необходимых параметров шва.

Очень важно понимать, что проделанные расчеты являются незаменимыми при введении технологии на новый вид соединений, и как социальное, так и финансовое обоснование доказывает возможность и необходимость введения данных изменений.

## Список использованных источников

1. Трущенко, Е.А. Технологические основы сварки давлением и плавлением. Сварка плавлением: учебно-методическое пособие / Е.А. Трущенко; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 80 с.;
2. ГОСТ 9467-75. Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. - М.: Стандартиформ, 2008 – 27 с.
3. Сварка в среде углекислого газа и его смесей [электронный ресурс]: Сварка и сварщик. – Режим доступа: <https://weldering.com/> (дата обращения: 20.04.2021);
4. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением: Учебник для студентов вузов / А.И. Акулов, Г.А. Бельчук и Е.И. Демянцевич - М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
5. Сорокин В.Г. Стали и сплавы. Марочник: справ. изд / В.Г. Сорокин и др.; Науч. ред. В.Г. Сорокин, М.А. Гервасьев – М.: «Интермет Инжиниринг». 2001. – 608 с.: ил
6. Николаева Г.А. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./ Ред. С 24 кол.: Г.А.Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.2/ Под ред. А.И Акулова. 1978. 462с.;
7. Дедюх Р. И. Расчёт режимов дуговой сварки: учебно-методическое пособие / Р.И. Дедюх – Томск: Изд. ТПУ, 1983.- 18с.;
8. Колосков М.М. Марочник сталей и сплавов: справ. изд. / М.М. Колосков, Е.Т. Долбенко, Ю.В. Каширский и др.; Под общей ред. А.С.Зубченко – М. : Машиностроение, 2001.- 672 с.;
9. Покатаев Е.П. Расчёт режимов дуговой сварки: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. / Е.П. Покатаев - Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41с.;

10. Николаев Г.А. Сварка в машиностроении: справочник в 4-х т. Ред. Кол.: Г.А. Николаев и др.-М.: Машиностроение, 1978-Т2/ Г.А. Николаев под ред. Н.А. Ольшанского - 1978-504 с.
11. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры - М.: Стандартиформ, 2010 – 37 с.;
12. РД-25.160.10-КТН-050-06 Инструкция по технологии сварки при строительстве и ремонте стальных вертикальных резервуаров - М.: Стандартиформ, 2019 – 31 с.;
13. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры- М.: Стандартиформ, 2007 – 39 с.;
14. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ: Методические указания / Е.Н. Пашков, А.И. Сечин, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во ТПУ, 2022. – 18 с.
15. Российская Федерация. Трудовой кодекс Российской Федерации. N 197 – ФЗ (ред. от 30.04.2021): [принят Государственной думой 21.12.2001] – Москва, 2022. – 210 с.
16. ГОСТ 12.3.003-86. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Работы электросварочные. Требования безопасности –М. 2003 – 11 с.;
17. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация - М.: Стандартиформ, 2016 – 16 с.;
18. СанПиН 2.2.4.548-96. Физические факторы производственной среды. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – Москва: Минздрав России, 2001. – 20 с.;
19. ГОСТ 12.1.003-2014. Система стандартов безопасности труда. ШУМ. Общие требования безопасности - М.: Стандартиформ, 2015 – 27 с.;

20. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – Москва: Изд-во стандартов, 2004. – 59 с.;
21. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей среды. - М.: Стандартиформ, 2008 – 78 с.
22. ГОСТ 12.0.003-2015. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы - М.: Стандартиформ, 2016 – 16 с.;
23. ГОСТ 12.4.254-2013. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства индивидуальной защиты глаз и лица при сварке и аналогичных процессах- М.: Стандартиформ, 2014 – 31 с.;
24. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты - М.: Стандартиформ, 2007 – 11 с.;
25. ГОСТ 12.2.003-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности - М.: Стандартиформ, 2010 – 37 с.;
26. ГОСТ 12.4.125-83. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства коллективной защиты работающих от воздействия механических факторов. Классификация - М.,2002 – 4 с.;
27. ГОСТ 12.1.029-80. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства и методы защиты от шума. Классификация - М.:б/и, 1988 – 4 с.;
28. ГОСТ 33393-2015. Здания и сооружения. Методы измерения коэффициента пульсации освещенности - М.: Стандартиформ, 2019 – 15 с.;
29. ГОСТ Р 55102-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Руководство по безопасному сбору, хранению, транспортированию и разборке отработавшего электротехнического и электронного оборудования, за исключением ртутьсодержащих устройств и приборов - М.: Стандартиформ, 2014 – 16 с.;



30. ГОСТ Р 52105-2003. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация и методы переработки ртутьсодержащих отходов. Основные положения - М.: Стандартинформ, 2005 – 8 с.;
31. ГОСТ Р 55090-2012. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Рекомендации по утилизации отходов бумаги - М.: Стандартинформ, 2010 – 8 с.;
32. НПБ 104-03. Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях. Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 16 с.
33. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. Москва: Изд-во стандартов, 2009. – 31 с.

**Приложение А**  
**(обязательное)**

**Таблицы**

Таблица 4.2 –Оценочная карта конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1)Точность и прочность сварного шва	0,1	5	5	3	0,5	0,5	0,3
2)Скорость сварки	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3) Экономия энергоресурсов	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
4)Простота эксплуатации	0,05	3	4	2	0,15	0,2	0,1
5)Безопасность эксплуатации	0,1	5	5	4	0,5	0,5	0,4
6)Универсальность	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
7)Экологичность	0,05	5	4	4	0,25	0,2	0,2
8)Производительность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
9)Надежность	0,05	4	5	3	0,2	0,25	0,15
Итого по техническим критериям		38	37	29	3,2	3,05	2,45
Экономические критерии оценки эффективности							
1)Конкурентоспособность	0,05	3	5	4	0,15	0,25	0,2
2)Цена	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4

Продолжение таблицы 4.2

3)Длительность использования	0,05	5	5	4	0,25	0,25	0,2
4)Гарантийное обслуживание	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Итого по экономическим критериям		15	18	16	0,9	1,1	1
ВСЕГО	1	53	55	45	4,1	4,15	3,45

Таблица 4.4 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны:</b></p> <p>С1. Повышение качества металла шва;</p> <p>С2. Облегчение сварки в положениях отличных от нижнего;</p> <p>С3. Повышение производительности труда;</p> <p>С4. Уменьшение требований к квалификации сварщика.</p>	<p><b>Слабые стороны:</b></p> <p>Сл1. Более сложный подбор режимов сварки;</p> <p>Сл2. Большая нагрузка на глаза сварщика;</p> <p>Сл3. Необходимость в специальном оборудовании.</p>
<p><b>Возможности:</b></p> <p>В1. Повышение спроса на данный вид сварки;</p> <p>В2. Привлечение внимания инвесторов;</p> <p>В3. Улучшение оборудования подходящего для данной технологии.</p>	<p>Повышение качества сварных соединений и производительности труда приведет к повышению спроса на данный вид сварки.</p> <p>Также это может привлечь инвесторов, что позволит провести более масштабные исследования по данной теме.</p>	<p>Увеличение нагрузки на глаза сварщика может оттолкнуть инвесторов, не желающих вкладывать деньги в еще более вредное производство.</p> <p>Необходимость в специальном оборудовании может оттолкнуть инвесторов желающих быстрой прибыли.</p>

Продолжение таблицы 4.4

<p><b>Угрозы:</b></p> <p>У1. Дефицит сварщиков, удовлетворяющих требования к квалификации;</p> <p>У2. Недостаток финансов на переход к новой технологии;</p>	<p>Уменьшение требований к квалификации сварщиков позволит сократить затраты на производство, а более квалифицированных специалистов направить на более важные проекты.</p>	<p>Специальное оборудование как правило повышает цену на производство, что может затруднить или сделать невозможным переход на новую технологию.</p>
--	---	--

Таблица 4.6 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоемкость работы									Исполнители	Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$			Длительность работ в рабочих днях $T_{ki}$		
	$t_{min}$ , чел-дни			$t_{max}$ , чел-дни			$t_{ож}$ , чел-дни				Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3	Исп.1	Исп.2	Исп.3							
Составление и утверждение темы проекта	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Анализ актуальности темы	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Рук. – студ.	1	1	1	2	2	2
Поиск и изучение материала по теме	1	1	1	5	5	5	2,6	2,6	2,6	Студ.-рук.	1	1	1	2	2	2
Выбор направления исследований	1	2	2	3	4	4	1,4	2,8	2,8	Руководитель	1	2	2	2	3	3
Календарное планирование работ	1	1	1	3	3	3	1,8	1,8	1,8	Руководитель	2	2	2	3	3	3
Изучение литературы по теме	7	7	7	14	14	14	9,8	9,8	9,8	Студент	10	10	10	15	15	15
Подбор нормативных документов	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студ.-рук.	3	4	4	5	6	6
Изучение результатов	1	2	2	2	3	3	1,4	3	3	Студент	2	3	3	3	5	5

Продолжение таблицы 4.6

Проведение расчетов по теме	5	6	6	8	9	9	6,2	7,2	7,2	Студент	7	8	8	10	11	11
Анализ результатов	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студ.-рук.	2	2	2	3	3	3
Вывод по цели	1	1	1	4	4	4	2,2	2,2	2,2	Студент	3	3	3	4	4	4

Таблица 4.7 – Календарный план-график проведения ВКР по теме

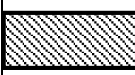



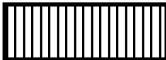



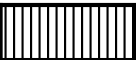

№ Работ	Вид работ	Исполнител и	Т <sub>кi</sub> , кол. дн.	Продолжительность выполнения работ											
				Март			Апрель			май					
				1	2	3	1	2	3	1	2	3			
1	Составление и утверждение проекта	Руководитель	3												
2	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	2												
3	Поиск и изучение материала по теме	Руководитель	2												
4	Выбор направления исследований	Руководитель	2												
5	Календарное планирование работ	Руководитель	3												
6	Изучение литературы по теме	Студент	15												
7	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	5												
8	Изучение установки	Студент	6												





Таблица 4.10 - расчет основной заработной платы

№ п/п	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость чел.-дн.			Заработная плата приходящаяся на			Всего заработная плата по окладам, тыс. руб		
			Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3	Исп. 1	Исп. 2	Исп. 3
1.	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
2.	Анализ актуальности темы	Рук.-студ.	1	1	1	4,4			5	5	5
3.	Поиск и изучение материала по теме	Студ.-рук.	1	1	1	4,4			5	5	5
4.	Выбор направления исследования	Руководитель	1	2	2	3,6			4	8	8
5.	Календарное планирование работ	Руководитель	2	2	2	3,6			8	8	8
6.	Изучение литературы по теме	Студент	10	10	10	0,8			8,9	8,9	8,9
7.	Подбор нормативных документов	Студ.-рук.	3	4	4	4,4			14,8	19,7	19,7
8.	Изучение установки	Студент	4	6	6	0,8			3,6	5,4	5,4

Продолжение таблицы 4.10

9.	Модернизация установки	Студент	2	3	4	0,8	1,8	2,7	3,6
10.	Анализ результатов	Студ.-рук.	2	2	2	4,4	9,8	9,8	9,8
11.	Вывод по цели	Студент	3	3	3	0,8	2,7	2,7	2,7
Итого:							69,7	74,2	75,1

Таблица 5.1 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1.Отклонение показателей микроклимата,	<i>СанПиН 2.2.4.548-96</i> [5]
2.Повышенный уровень шума и вибрации	<i>ГОСТ 12.1.003-2014</i> [6]
3.Термическая опасность	<i>ГОСТ 12.3.003-86 ССБТ</i> [3]
4. Освещённость рабочей зоны	СНиП 23-05-95* [7]
5. Опасность поражения электрическим током, короткое замыкание, статическое эл-во.	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ [8]
6. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, воздействующие на рабочего при соприкосновении с ним.	ГОСТ 12.0.003-2015 [9]
6. Вредные вещества, выделяющиеся в процессе сварки.	ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ [10]
7. Ожоги роговицы глаз и кожных покровов	ГОСТ 12.4.254-2013 ССБТ [11]
8. Движущиеся механизмы и машины	ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ [12]
9. Механические травмы	ГОСТ 12.4.125-83 ССБТ [13]

**Приложение Б**  
**(обязательное)**

**Комплект технологической документации**

Дубл.														
Взам.														
Подл.														

ФЮРА.02190.007

16

1

ТПУ

ФЮРА.20190.001

Технология сборки и сварки фильтра грязевика гравитационно-инерционного FARTA

У

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАЛ

к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ

\_\_\_\_\_ Першина А.А.

УТВЕРДИЛ

к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ

\_\_\_\_\_ Першина А.А.

## КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

по технологии сборки и сварки фильтра грязевика гравитационно-инерционного FARTA диаметром 2000 мм

ПРОВЕРИЛ

к.т.н., доцент ОЭИ ИШНКБ

\_\_\_\_\_ Першина А.А.

Разработал

Студент группы 1В71

\_\_\_\_\_ Фохт С.П.

Дцдл			
Взам			
Подл			



ФЮРА.02190.00007

Разраб.	Фохт С.П.		
Проверил	Першина А.А.		

ТПУ

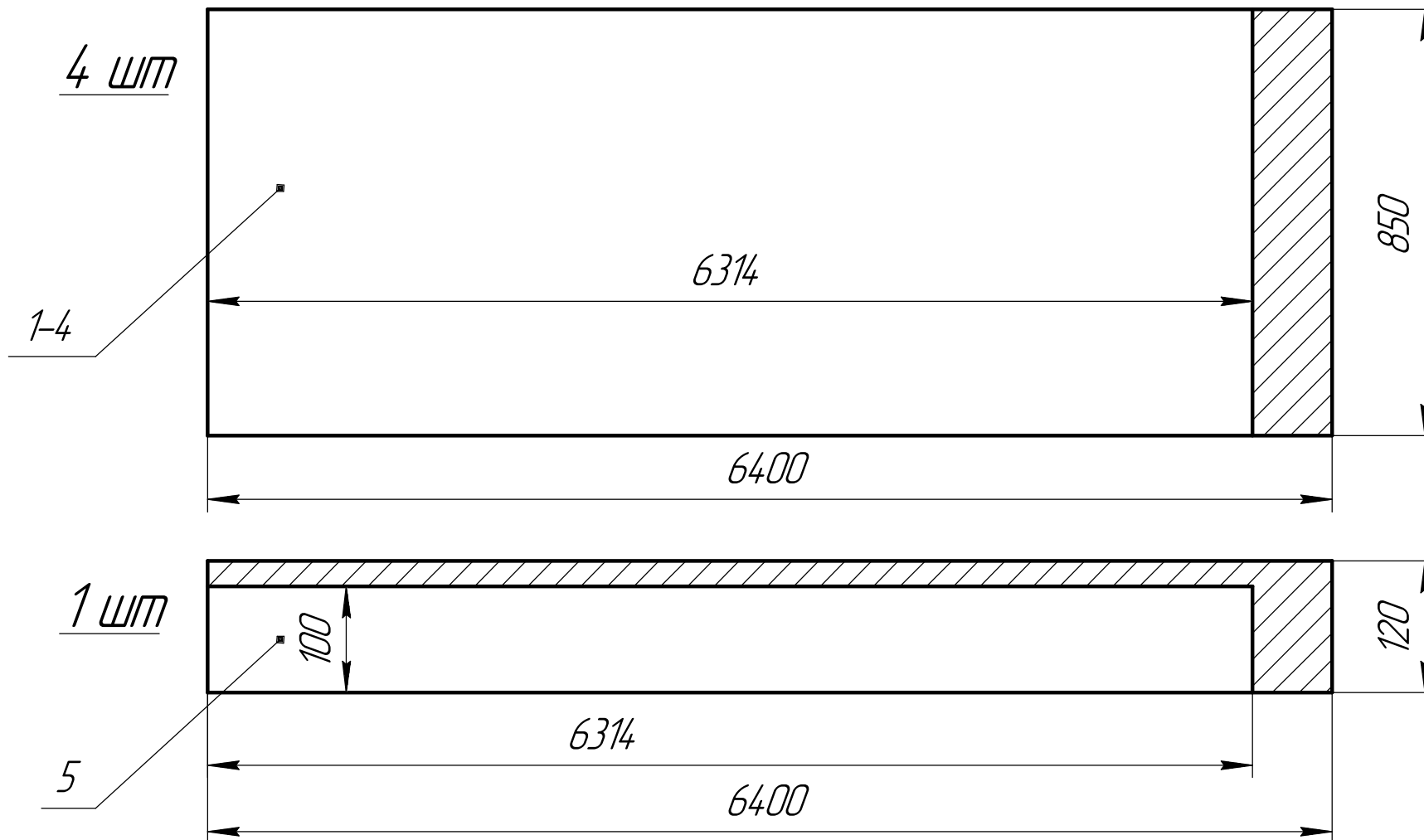
ФЮРА.20190.002

Н. контр.	Першина А.А.		
-----------	--------------	--	--

План раскроя полос А 10x850 ГОСТ 82-70 и А 10x120 ГОСТ 103-2006  
 сталь 20 ГОСТ 1577-93 и сталь 20 ГОСТ 1577-93 длиной 6400мм

У

010



Раскрой спроектирован с учетом продольных и поперечных припусков на ширину реза при ручной кислородной резке 4 мм

Дцдл			
Взам			
Подл			


ФЮРА.02190.00007	2
------------------	---

Разраб	Фохт С.П.		
Проверил	Першина А.А.		
Н. контр.	Першина А.А.		

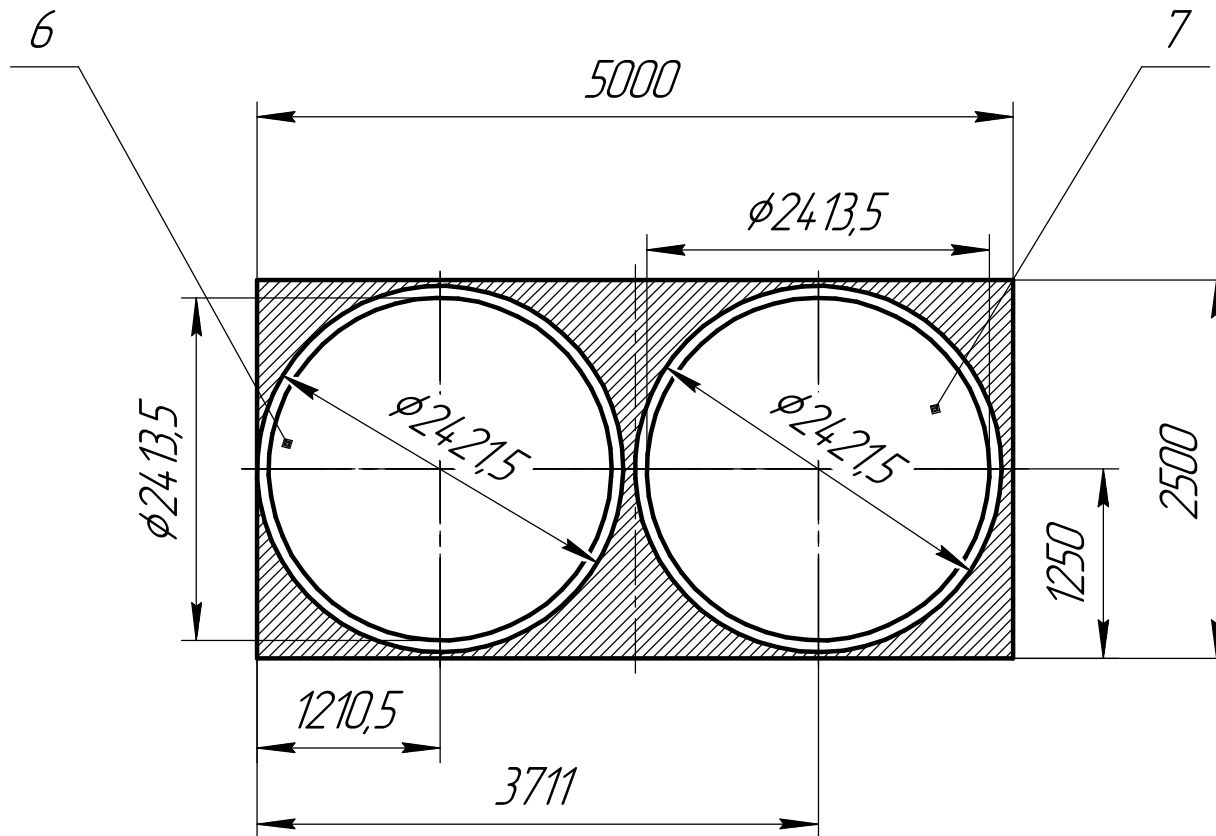
ТПУ

ФЮРА.20190.003

План раскроя листа из стали 20 10x2500x5000

У

010



Раскрой спроектирован с учетом продольных и поперечных припусков на ширину реза при ручной кислородной резке 4 мм



Дцдл			
Взам			
Подл			



ФЮРА.02190.00007 3

Разраб.	Фохт С.П.		
Проверил	Першина А.А.		

ТПУ

ФЮРА.20190.004

Н. контр.	Першина А.А.		
-----------	--------------	--	--

Подготовка кромок заготовок 1-4

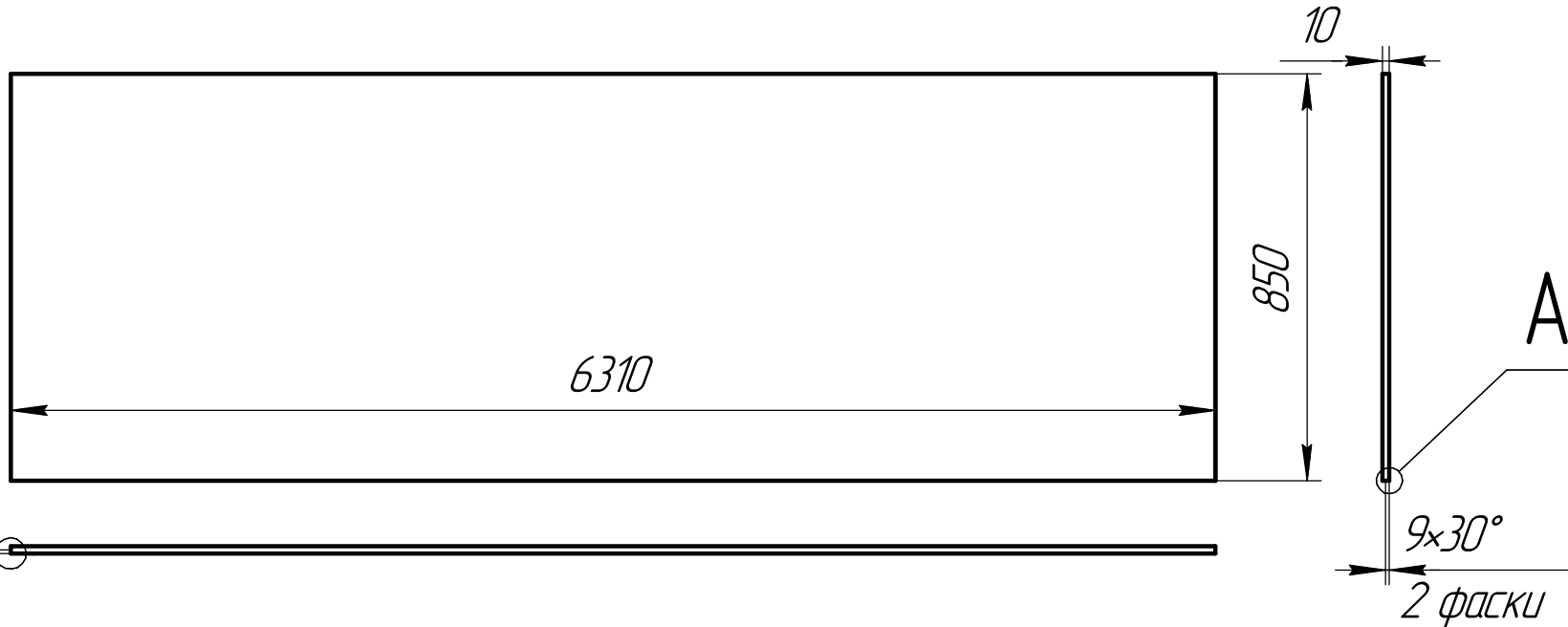
У

015

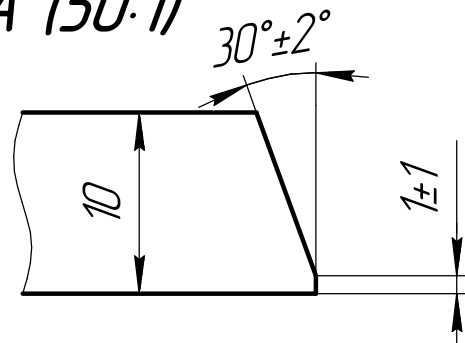
4 шт

Б

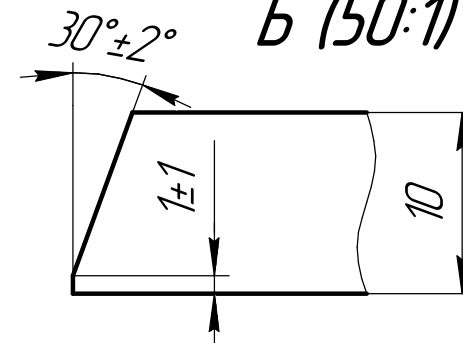
9x30°  
2 фаски



А (50:1)



Б (50:1)



Дцдл			
Взам			
Подл			

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

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

ФЮРА.02190.00007 4

Разраб.	Фохт С.П.		
Проверил	Першина А.А.		

ТПУ

ФЮРА.20190.005

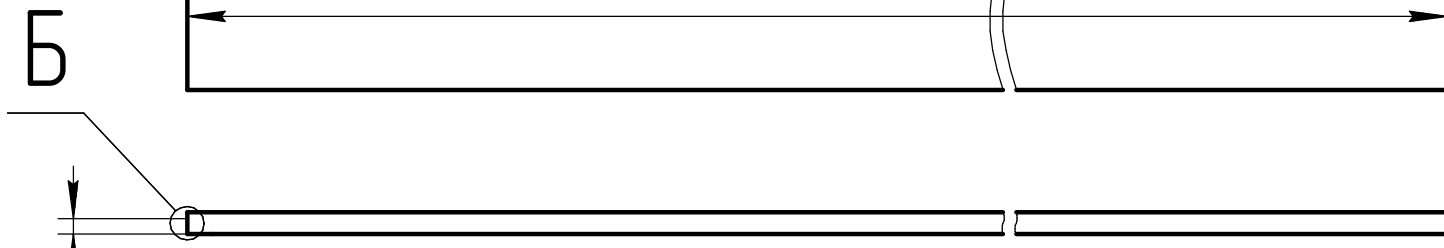
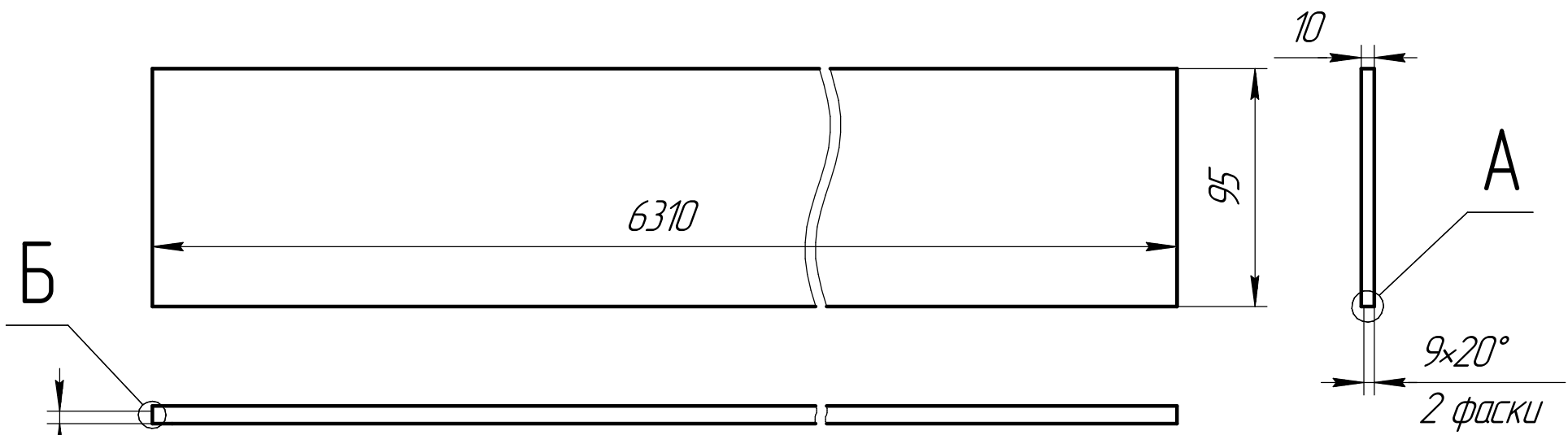
Н. контр.	Першина А.А.		
-----------	--------------	--	--

Подготовка кромок заготовки 5

У

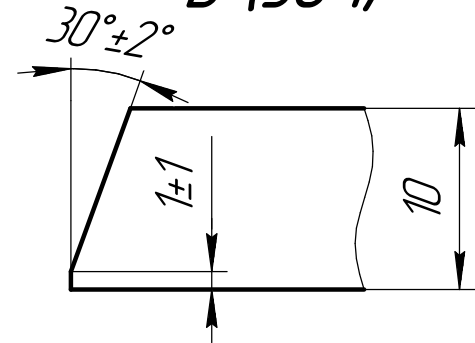
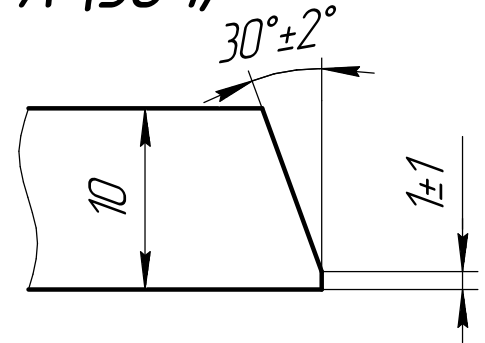
015

1 шт



А (50:1)

Б (50:1)



9  
2 фаски

Дцдл			
Взам			
Подл			



ФЮРА.02190.00007 5

Разраб	Фохт С.П.		
Проверил	Першина А.А.		
Н. контр.	Першина А.А.		

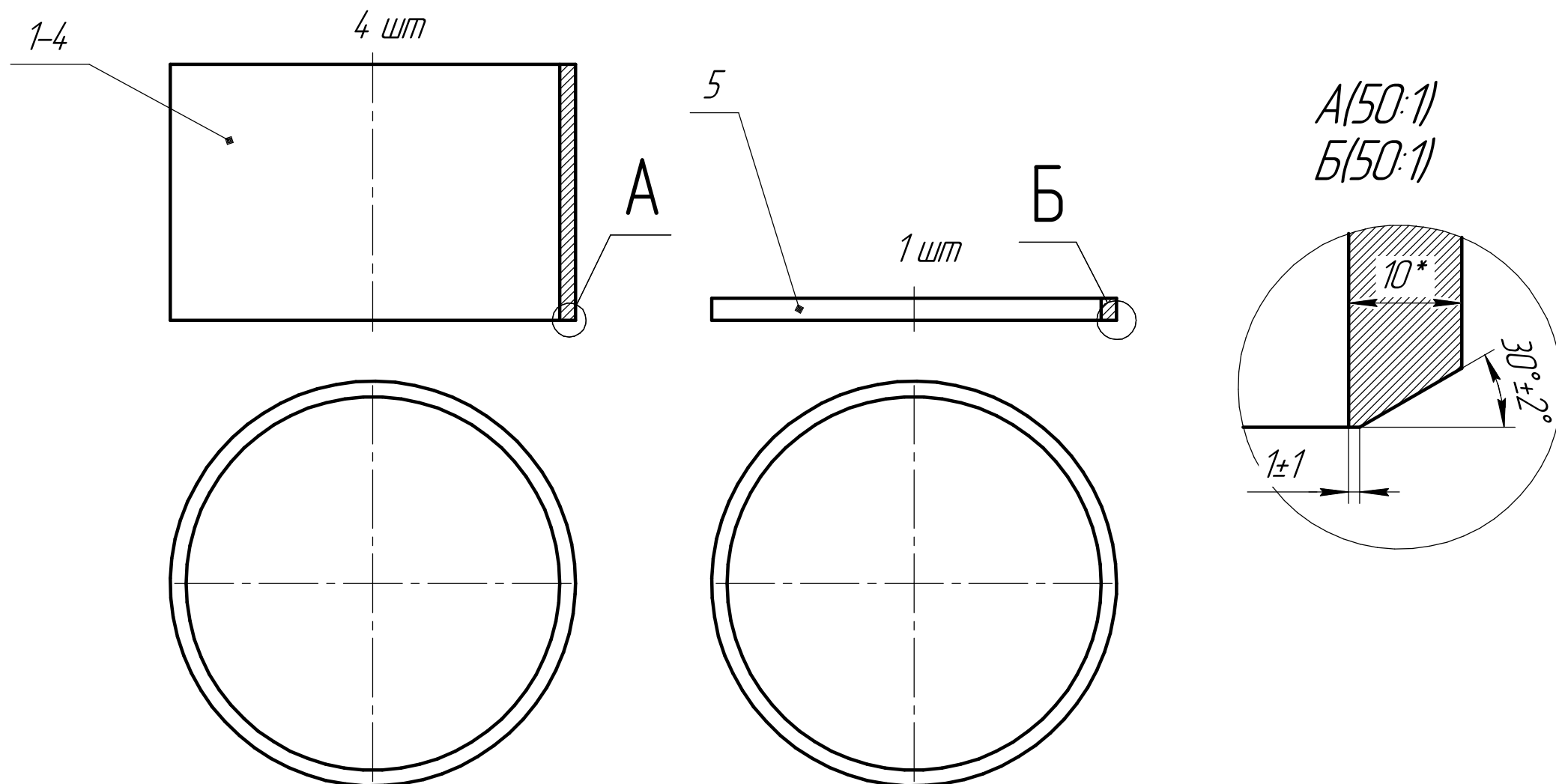
ТПУ

ФЮРА.20190.006

Гидка заготовок 1-5

У

020

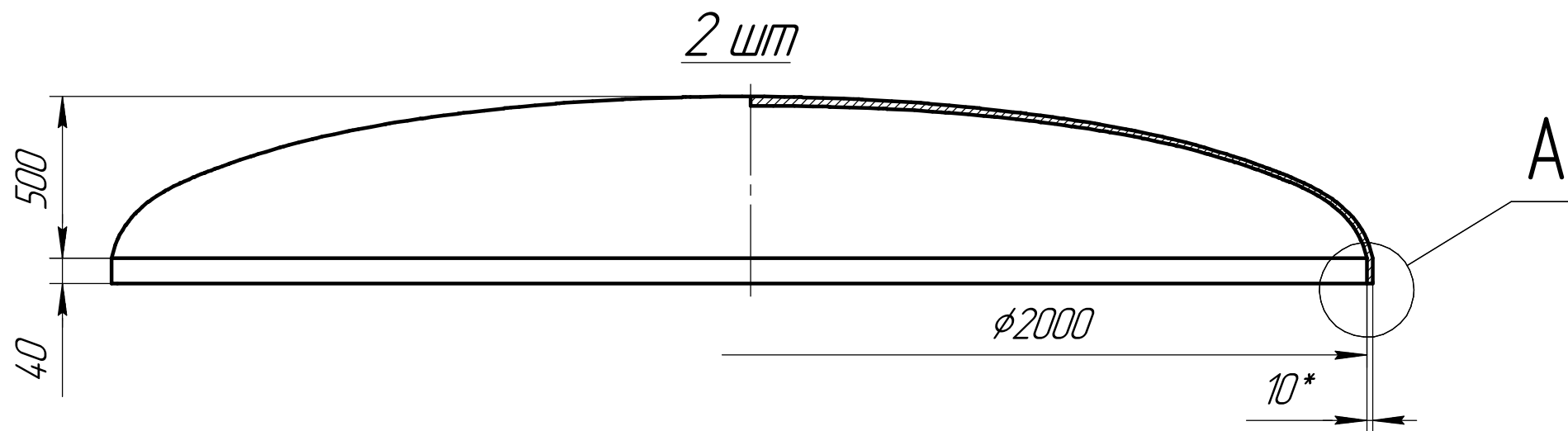


Дцдл			
Взам			
Подл			

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

ФЮРА.02190.000007					6

Разраб.	Фахт С.П.										
Проверил	Першина А.А.			ТПУ					ФЮРА.20190.007		
Н. контр.	Першина А.А.				Штамповка заготовок 6,7				У		025



Дцдл			
Взам			
Подл			



ФЮРА.02190.00007 7

Разраб.	Фохт С.П.		
Проверил	Першина А.А.		
Н. контр.	Першина А.А.		

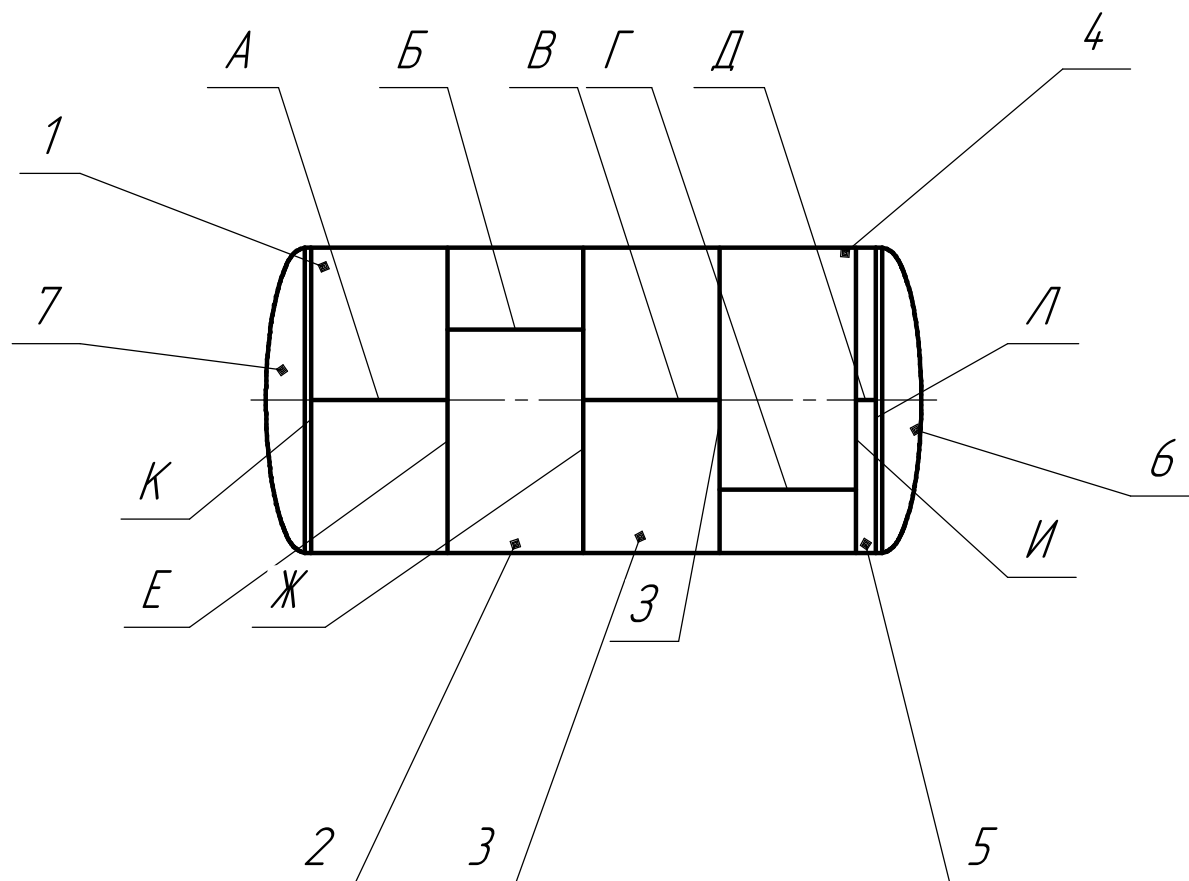
ТПУ

ФЮРА.20190.008

Последовательность сварки швов

У

035



Примечание: сварные швы следует выполнять в заданной последовательности  
 А, Б, В и т.д. – последовательность выполнения сварных швов





















