

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
<b>Технология сборки и сварки колонны промышленного здания</b>

УДК-621.791.01:624.075.23:69.057

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Трубин Максим Александрович		

Руководитель ВКР

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

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н, доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Арышева Галина Владиславовна	к.т.н.		

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

<b>Планируемые результаты освоения ООП</b>	
<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
УК(У)-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
УК(У)-2	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
УК(У)-3	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
УК(У)-4	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
УК(У)-5	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально-историческом, этическом и философском контекстах
УК(У)-6	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
УК(У)-7	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
УК(У)-8	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
УК(У)-9	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
ОПК(У)-1	умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
ОПК(У)-2	осознает сущности и значения информации в развитии современного общества

ОПК(У)-3	владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
ОПК(У)-4	способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>Профессиональные компетенции</b>	
ПК(У)-1	способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий
ПК(У)-2	способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
ПК(У)-3	способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
ПК(У)-4	способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-16	способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки

ПК(У)-17	умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов
ПК(У)-18	способен принимать участие в работах по составлению научных отчетов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения
ПК(У)-19	способен участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности
<b>Профессиональные компетенции университета</b>	
ДПК(У)-1	Способен контролировать соответствие основных и свариваемых материалов, сварочного и вспомогательного оборудования, оснастки и инструмента, технологической документации, соблюдения технологической дисциплины и правильной эксплуатации технологического оборудования
ДПК(У)-2	Способен составлять планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест, производить расчет производственной мощности и загрузки оборудования
ДПК(У)-3	Способен изучать и анализировать причины возникновения брака и выпуска продукции низкого качества, участие в разработке мероприятий по их предупреждению и устранению

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

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности  
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
 Отделение электронной инженерии  
 Период выполнения весенний семестр 2020 /2021 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврской работы

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

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН  
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2021 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
01.04.2021 г.	Описание изделия	10
08.04.2021 г.	Обзор оборудования для производства изделий	10
15.04.2021 г.	Материалы и методы исследования. Подбор материала, расчет режимов сварки, подбор оборудования	10
22.04.2021 г.	Материалы и методы исследования. Создание модели колонны промышленного здания	15
30.04.2021 г.	Технологическая часть. Описание заготовительных операций	10
08.05.2021 г.	Технологическая часть. Описание процесса сборки и сварки колонны	15
23.05.2021 г.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	10
30.05.2021 г.	Социальная ответственность	10
02.06.2021 г.	Заключение	10

**СОСТАВИЛ:**

**Руководитель ВКР**

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

**СОГЛАСОВАНО:**

**Руководитель ООП**

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

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

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

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

**ЗАДАНИЕ**  
**на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В61	Трубин Максим Александрович

Тема работы:

Технология сборки и сварки колонны промышленного здания	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	24.03.2021 №83-26/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	03.06.2021 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Колонна промышленного здания. Рабочее место сварщика расположено в закрытом цеху.</p>
---	--

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Описание изделия</li> <li>2 Обзор оборудования для производства изделий</li> <li>3 Материалы и методы исследования</li> <li>4 Технологическая часть</li> <li>5 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> <li>6 Социальная ответственность</li> <li>7 Заключение</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1 Титульный лист</li> <li>2 Общий вид колонны</li> <li>3 Цели и задачи</li> <li>4 Сварочные материалы, оборудование и режимы сварки колонны</li> <li>5 Технология сборки и сварки колонны</li> <li>6 Технология сборки и сварки колонны</li> <li>7 Технология сборки и сварки колонны</li> <li>8 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность;</li> <li>9 Социальная ответственность</li> <li>10 Вывод</li> </ol>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b></p>	
<p><b>Раздел</b></p>	<p><b>Консультант</b></p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Трубченко Татьяна Григорьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Аверкиев Алексей Анатольевич</p>
<p><b>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</b></p>	

<p><b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b></p>	<p>01 апреля 2021 г.</p>
--	--------------------------

**Задание выдал руководитель:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Гордынец Антон Сергеевич	к.т.н.		10.03.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Трубин Максим Александрович		10.03.2021



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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
3-1В61	Трубин Максим Александрович

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

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Примерный бюджет проекта – 205 тыс руб.; В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 16%; Районный коэффициент 30% Минимальный размер оплаты труда (на 01.01.2020) 12130 руб.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %

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

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.
3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности	Оценка сравнительной эффективности исследования. Интегральный показатель ресурсоэффективности – 3,95 Интегральный показатель эффективности – 4,384 Сравнительная эффективность проекта – 1,086

**Перечень графического материала** (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности НТИ
2. Матрица SWOT
3. График проведения и бюджет НТИ
4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

**Дата выдачи задания для раздела по линейному графику**

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	к.э.н., доцент		9.03.21

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
3-1В61	Трубин Максим Александрович		9.03.21

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
З-1В61	Трубин Максим Александрович

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

Тема ВКР:

Технология сборки и сварки колонны промышленного здания	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования.	<p><b>Объект исследования</b> – сварная колонна промышленного здания.</p> <p><b>Рабочая зона</b> – сварочный участок в закрытом цеху. Технологический процесс включает в себя следующие виды работ: механизированная сварка в среде защитных газов, слесарные операции, работа с оборудованием. Площадь цеха 2000 м<sup>2</sup>, площадь сварочного участка 100 м<sup>2</sup>. Освещение смешанное.</p> <p><b>Области применения</b> – строительная отрасль.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <b>Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b>	<p>Законодательные и нормативные документы по теме:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ 12.2.033-78</li> <li>2. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ</li> <li>3. ГОСТ 12.1.003-2014</li> <li>4. СНиП 23-05-95</li> <li>5. ГОСТ 17.1.3.06-82</li> <li>6. ГОСТ 17.1.3.13-86</li> <li>7. ГОСТ Р ИСО 14040-2010</li> <li>8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03</li> <li>9. ГОСТ Р 22.0.01-2016</li> <li>10. ГОСТ Р 22.0.07-95</li> <li>11. ГОСТ Р 22.3.03-94</li> <li>12. ФЗ О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера</li> </ol>
2. <b>Производственная безопасность:</b>	<p>- Выявить вредные факторы на сварочном участке: освещенность, шум, вибрации, микроклимат, вредные вещества, психофизические факторы (повышенная нагрузка на органы чувств (зрение, слух), тяжелая физическая работа, умственное перенапряжение, монотонность труда, стрессовые эмоциональные перегрузки, высокий уровень интенсивности деятельности, рабочая поза);</p> <p>Рассмотреть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования к технике безопасности при работе со сварочным оборудованием;</li> <li>- предполагаемые средства защиты при сварке: коллективная защита (ширмы, вентиляция);</li> </ul>

	индивидуальные средства защиты (сварочные краги, спецодежда, респираторы, сварочные маски) Выявить опасные факторы на сварочном участке: электрический ток, статическое электричество, термические ожоги. Предполагаемые средства защиты при сварке: сварочные краги, спецодежда, респираторы, сварочные маски.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Рассмотреть: - необходимость утилизации отходов лома металлов и промышленного мусора; - выбросы вредных сварочных аэрозолей; - утилизация микросхем отработавшего оборудования; - воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Наиболее вероятные ЧС: пожар, морозы, диверсии. Рассмотреть профилактические мероприятия, требования к безопасности и меры по ликвидации последствий

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	02.03.2021
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Аверкиев Алексей Анатольевич			10.03.2021

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В61	Трубин Максим Александрович		10.03.2021

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа 88 с., 10 рис., 22 табл., 33 источника, 12 листов демонстрационного материала (слайдов).

Ключевые слова: колонна сквозного сечения, промышленные здания, механизированная сварка в среде защитных газов, совершенствование технологии сварки.

Предметом исследования является технология сборки и сварки колонны промышленного здания.

Объектом исследования является процесс изготовления колонны промышленного здания.

Цель работы - разработать технологию сборки и сварки колонны промышленного здания.

Практическое значение ВКР заключается в том, что разработанная технология позволит сократить затраты на возведение промышленных зданий на территории компании АО «Сибирьэнергоремонт».

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

## **Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки**

### *Определения*

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

база – место крепления колонны к фундаменту;

стержень – средняя часть колонны;

консоль – участок крепления подкрановой балки;

оголовок – верхняя часть колонны.

### *Обозначения и сокращения*

$\sigma_T$  – предел текучести;

$\sigma_B$  – временное сопротивление разрыву;

$\delta_5$  – относительное удлинение;

$d_э$  – диаметр электродного стержня;

$j$  – допускаемая плотность тока;

$\alpha_n$  – коэффициент наплавки;

$F_n$  – площадь поперечного сечения наплавленного металла за проход;

$\gamma$  – плотность наплавленного металла за данный проход;

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

$I_{св}$  – ток сварочной дуги;

$U_d$  – напряжений на дуге;

$\eta_u$  – эффективный КПД нагрева изделия дугой;

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

### *Нормативные ссылки*

В настоящей работе использованы ссылки на следующие стандарты:

1 СТП ТПУ 2.5.01-2014 Система образовательных стандартов. Работы выпускные квалификационные, проекты и работы курсовые. Структура и правила оформления.

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

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

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

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

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

## Оглавление

Введение .....	17
1 Обзор литературы на сборку и сварку колонны.....	18
1.1 Виды и назначения колонн промышленных зданий .....	18
1.2 Разработка модели колонны и ее основные элементы.....	20
2 Материалы и методы исследования .....	23
2.1 Выбор материала конструкции .....	23
2.2 Свариваемость металла сварной конструкции .....	25
2.2 Выбор способа сварки .....	27
2.3 Выбор сварочных материалов.....	30
2.4 Расчет параметров режимов сварки .....	31
2.5 Выбор сварочного оборудования .....	33
3 Технологическая часть .....	36
3.1 Заготовительные операции.....	36
3.2 Технологический процесс сборки и сварки колонны .....	39
3.3 Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями .....	42
3.4 Контроль и исправление брака .....	44
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	47
4.1 Потенциальные потребители результатов исследования .....	47
4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	48
4.3 SWOT-анализ .....	49
4.4 Планирование управления проектом .....	51
4.4.1 Структура работ .....	51
4.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования.....	53
4.5 Бюджет научного исследования .....	56
5 Социальная ответственность.....	61
5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	61
5.2 Производственная безопасность.....	62
5.3 Экологическая безопасность.....	66

5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	69
Заключение .....	73
Список используемых источников .....	74
Приложение А Комплект технологической документации .....	77
Приложение Б Комплект чертежей .....	78



## **Введение**

В настоящее время сварочное производство занимает одно из главных мест в производстве металлических конструкций. Надёжность сварных соединений металлоконструкций в различных отраслях производства, таких как электроэнергетической, нефтегазодобывающей, горнодобывающей, химической, машиностроительной и т.д. существенно влияет на безопасность и экономическую эффективность производства. Большая металлоёмкость требует применение надёжных и высокопроизводительных способов сварки.

Развитие техники и технологии сварочного производства должно быть неразрывно связано с развитием экономики и организации производства на предприятии. Это требует соответствующей подготовки специалистов-руководителей сварочного производства. Инженеры-сварщики должны располагать соответствующими знаниями в области экономики, организации и планирования производства.

Предметом исследования является технология сборки и сварки колонны промышленного здания.

Объектом исследования является процесс изготовления колонны промышленного здания.

Цель работы - разработать технологию сборки и сварки колонны промышленного здания.

Практическое значение ВКР заключается в том, что разработанная технология позволит сократить затраты на возведение промышленных зданий на территории компании АО «Сибирьэнергоремонт».

## **1 Обзор литературы на сборку и сварку колонны**

### **1.1 Виды и назначения колонн промышленных зданий**

Стальные колонны являются несущими элементами металлического каркаса здания, воспринимающие основные нагрузки на здание или сооружение. Стальная колонна состоит из базы, оголовка и стержня колонны.

#### *Классификация колонн*

Колонны постоянного сечения применяют при отсутствии мостовых кранов большой грузоподъемности и высотой до 9 метров.

Колонны переменного сечения более экономичны, чем колонны постоянного сечения. Используются при наличии мостовых кранов небольшой грузоподъемности (до 50 т)

Колонны с ветвями (двухветвевые, трехветвевые и т.д.) используются при наличии кранов большой грузоподъемности (более 50 т)

Характер работы колонн:

- центрально-сжатые колонны;
- внецентренно-сжатые колонны [1].

#### *Конструкция стальных колонн*

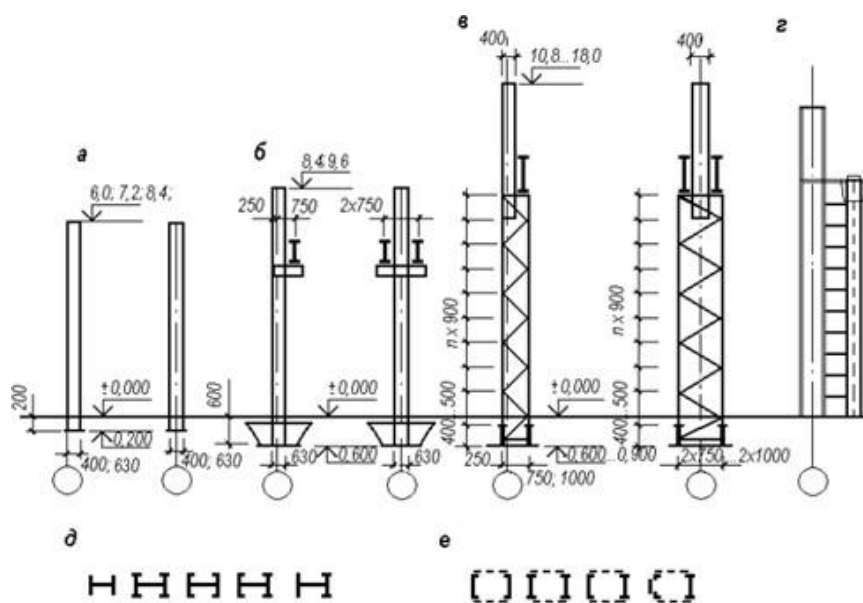
Основные конструктивные элементы:

- база (место крепления колонны к фундаменту);
- стержень (средняя часть колонны);
- консоль (участок крепления подкрановой балки);
- оголовок – верхняя часть колонны;
- решетка.

Металлические колонны одноэтажных зданий проектируют с постоянным или переменным сечением. Колонны переменного сечения имеют сплошное постоянное сечение надкрановой части, а подкрановая часть может быть сплошного или сквозного сечения.

Колонны сквозного сечения проектируют с ветвями, которые соединяются решеткой. Раздельные колонны проектируют из независимо работающих

шатровой и подкрановой ветвями. Если колонны работают на центральное сжатие, при этом изгибающие моменты незначительны, то применяют колонны сплошного сечения, которые выполняют из широкополочных прокатных или сварные двутавры. При изготовлении сквозных колонн используют двутавры, швеллеры и уголки (рисунок 1).



а, б – постоянного сечения; в – переменного сечения; г – раздельного типа; д – сечение сплошных колонн; е – то же сквозных

Рисунок 1 – Типы стальных колонн [1]

В зданиях без мостовых кранов, а также здания с мостовыми кранами грузоподъемностью до 20 т высотой до 8,4 м применяют стальные унифицированные колонны постоянного сечения из сварных двутавров с высотой стенки 400 и 630 мм (рисунок 1 а, б). В зданиях высотой 10,8...18,0 м, с кранами грузоподъемностью до 50 т используют унифицированные колонны, которые проектируют из двух частей: подкрановой и надкрановой (рисунок 1 в). Для зданий, имеющих высоту более 18 м с мостовыми кранами грузоподъемностью 75 т и более, стальные колонны проектируют по индивидуальным проектам. Раздельные колонны применяют в зданиях с мостовыми кранами (125 т и более).

Колонны крепятся к фундаменту за счет нижней части в которой предусмотрена стальная база колонны (башмак). Базы колонн крепят к фундаментам анкерными болтами, которые предусматривают в фундаментах при их изготовлении [2].

## 1.2 Разработка модели колонны и ее основные элементы

Данная сварная конструкция является опорной стойкой для изготовления цехового помещения и может быть использована как в качестве угловой, так и в качестве промежуточной стойки (рисунок 2).

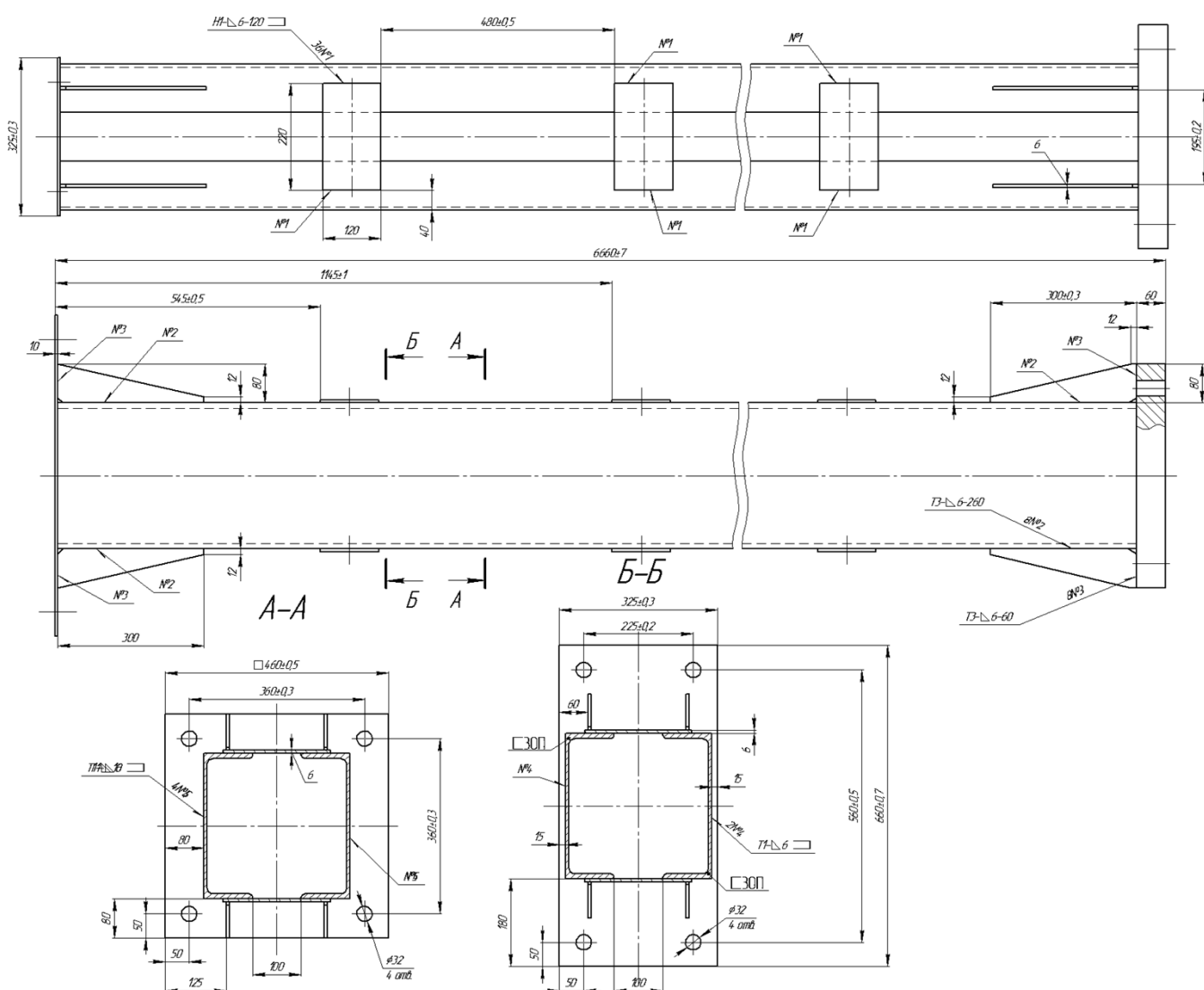


Рисунок 2 – Эскиз проектируемой колонны

Изготавливают колонны на машиностроительных заводах и заводах металлоконструкций.

Основным материалом для изготовления колонн является металлопрокат. Для изготовления колонн используют: уголок, швеллер, двутавр, трубы, листовой металл.

Для изготовления колонн применяют ручную дуговую, полуавтоматическую, автоматическую сварку.

Изготавливаемая колонна имеет сквозное сечение. Стержень сквозной центрально-сжатой колонны состоит из двух ветвей (швеллеров), связанных между собой решетками (пластинами). Количество пластин определяется согласно проекту, в нашем случае их 22 шт. (по 11 с каждой стороны). Ребра жесткости устанавливаются по 2 шт. к широкой полке швеллера, у основания и оголовка стойки.

В сквозных колоннах из двух ветвей необходимо обеспечивать зазор между полками ветвей (100 - 150 мм) для возможности окраски внутренних поверхностей.

Расстояние между ветвями опорной стойки позволяет провести окраску и сборку конструкции, так как составляет 100 мм [2].

Швеллеры устанавливаются полками внутрь, в сварных колоннах сквозного сечения этот метод является наиболее выгодным, так как в этом случае решетки получаются меньшей ширины, и лучше используется габарит колонны.

Решетки, соединяющие ветви, образуют стержень колонны и существенно влияют на устойчивость колонны в целом. Применяются решетки разнообразных систем: из раскосов, из раскосов и распорок и как в нашем случае безраскосного типа в виде планок (рисунок 3).

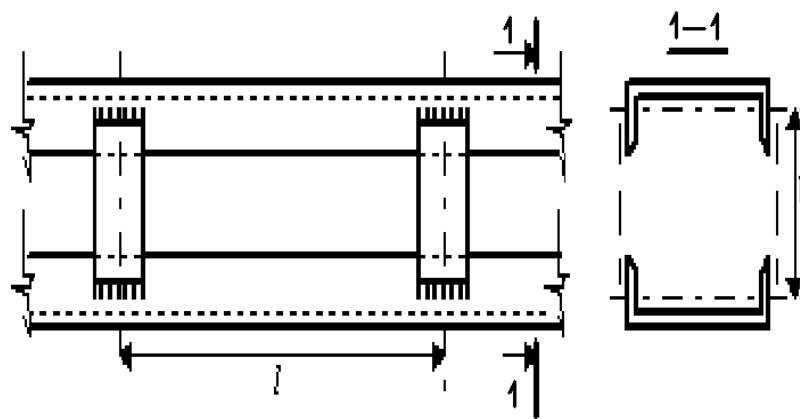


Рисунок 3 – Конструктивная схема сквозного сечения на планках [2]

Планки создают в плоскости грани колонны безраскосную систему с жесткими узлами и элементами, работающими на изгиб, вследствие чего безраскосная решетка оказывается менее жесткой.

Безраскосная решетка является более простым вариантом в колоннах с небольшой расчетной нагрузкой до 2000 - 2500 кН. Нагрузка прикладываемая к опорной стойке не превышает 2000 кН.

Чтобы сохранить неизменяемость контура поперечного сечения сквозной колонны, ветви колонн соединяют поперечными диафрагмами, которые ставят через 3-4 м по высоте колонны. В колонне устанавливается 3 диафрагмы, одна близко к центру так чтобы она располагалась между планками [2].

## 2 Материал и методы исследования

### 2.1 Выбор материала конструкции

Проектируемая колонна изготовлена из двух швеллеров и листовой стали.

Стальные горячекатаные швеллеры общего и специального назначения изготавливают высотой от 50 до 400 мм и шириной полок от 32 до 115 мм по ГОСТ 8240-97 [3].

Для изготовления конструкции используем сталь Ст3сп.

#### *Область применения*

Благодаря своим эксплуатационным характеристикам, швеллер применяется там, где к строительным и монтажным материалам предъявляются повышенные требования к прочности и надежности - для изготовления металлоконструкций. В качестве ветвей колонны применяется швеллер 30П (рисунок 4) [3].

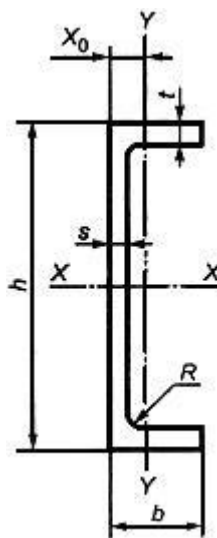


Рисунок 4 - Эскиз швеллера с параллельными гранями полок [3]

Швеллер определяется рядом параметров:

- высота – 300 мм;
- толщина швеллера - 6,5 мм;
- длина боковых полок – 100 мм;
- толщина боковых полок - 11,0 мм.

Листовая сталь используется 2-х толщин: 6 мм для оголовка и 60 мм для пяты.

Листовую сталь подразделяют по:

*способу производства:*

- горячекатаная,
- холоднокатаная;

*толщине:*

- от 0,5 до 3,9 мм –тонколистовая,
- от 4 до 160 мм –толстолистовая;

*видам поставки:*

- листы,
- рулоны.

Листы, применяемые при изготовлении стойки, относятся к толстолистовой стали.

Настоящий стандарт распространяется на толстолистовой горячекатаный прокат из углеродистой стали обыкновенного качества, изготовляемый шириной 500 мм и более, толщиной от 4 до 160 мм включительно согласно ГОСТ 19903-90 [4].

Швеллеры и листовая сталь изготавливается из марки стали СтЗсп. Это конструкционная углеродистая обыкновенного качества. Применяется при изготовлении несущих элементов сварных конструкций и деталей, работающих при положительных температурах. Химический состав стали СтЗсп приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав в % материала СтЗсп [4]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As
0,14 – 0,22	0,15 – 0,3	0,4 – 0,65	до 0,3	до 0,05	до 0,04	до 0,3	до 0,008	до 0,3	до 0,08

Механические свойства стали СтЗсп приведены в таблице 2.



Таблица 2 – Механические свойства при T=20 °С материала СтЗсп

Сортамент	Размер, мм	$\sigma_b$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$\delta_5$ , %	КСУ, Дж/см <sup>2</sup>
Сталь горячекат.	Свыше 5 до 10	380-490	245	25	108
	Свыше 40 до 100	370-480	225	23	69

Сварка производится без подогрева и без последующей термообработки.

## 2.2 Свариваемость металла сварной конструкции

Способность стали к образованию качественного сварного соединения называют свариваемостью, которая определяется внешними и внутренними факторами. К ним помимо химического состава относятся технология сварки (режимы), жесткость сварного узла, а также комплекс требований, предъявляемых к сварному соединению условиями эксплуатации.

Свариваемость является качественной характеристикой и для разных сталей не одинакова. Стали подразделяют по свариваемости на четыре группы [5].

1. Стали с хорошей свариваемостью, при сварке которых качественное сварное соединение получается при обычных режимах всеми видами сварки без предварительного и сопутствующего подогрева.

2. Стали с удовлетворительной свариваемостью - качественное сварное соединение можно получить только в узком диапазоне режимов с применением дополнительных технологических мероприятий (предварительный подогрев конструкции).

3. Стали с ограниченной свариваемостью, при сварке которых удовлетворительное качество сварных соединений достигается в очень узком диапазоне режимов сварки с обязательным предварительным и сопутствующим подогревом при сварке и последующей после сварки термической обработкой.

4. Стали с плохой свариваемостью, при сварке (или после сварки) которых образуются горячие или холодные трещины даже при применении специальных технологических мероприятий. Признаком плохой свариваемости считается также повышенная склонность металла к образованию закалочных структур в зоне сварки [5].

Наибольшее влияние на свариваемость сталей оказывает углерод. С увеличением содержания углерода, а также ряда других легирующих элементов свариваемость сталей ухудшается. Для сварных конструкций в основном применяют конструкционные низкоуглеродистые, низколегированные, а также легированные стали. Чем выше содержание углерода в стали, тем больше опасность трещинообразования, труднее обеспечить равномерность свойств в сварном соединении. Низкоуглеродистые и низкоуглеродистые низколегированные стали обладают хорошей свариваемостью. Важное требование при сварке рассматриваемых сталей - обеспечение равнопрочности сварного соединения с основным металлом и отсутствие дефектов в сварном шве. Для этого механические свойства металла шва и околошовной зоны должны быть не ниже нижнего предела соответствующих свойств основного металла [5].

При сварке низкоуглеродистых и низкоуглеродистых низколегированных сталей при применении соответствующих сварочных материалов металл шва легирован кремнием и марганцем больше, чем основной металл. Поэтому его механические свойства в большинстве случаев выше, чем у основного металла. В этом случае основное требование при сварке – получение сварного шва с необходимыми геометрическими размерами и без дефектов.

Швы, сваренные из СтЗсп всеми способами сварки, обладают удовлетворительной стойкостью к образованию кристаллизационных трещин и не склонны к образованию холодных трещин. В этом можно убедиться путём оценки влияния термического цикла сварки на закаливаемость околошовной зоны [6].

Если при подсчете эквивалента углерода окажется, что  $C_3 < 0,45\%$ , то данная сталь сваривается без предварительного подогрева.

Эквивалент углерода определим по формуле:

$$C_3 = C_x + C_p, \quad (1)$$

где  $C_x$ - химический эквивалент углерода;

$C_3$ - размерный эквивалент углерода.

Химический эквивалент углерода определим по формуле [6]:

$$C_x = C + \frac{1}{9} \cdot Mn + \frac{1}{9} \cdot Cr + \frac{1}{18} \cdot Ni + \frac{1}{2} \cdot Mo, \quad (2)$$

Согласно химическому составу СтЗсп (таблица 1.) химический эквивалент углерода равен:

$$C_x = 0,22 + \frac{1}{9} \cdot 0,65 + \frac{1}{9} \cdot 0 + \frac{1}{18} \cdot 0 + \frac{1}{2} \cdot 0 = 0,292 \text{ \%}.$$

Определим размерный эквивалент углерода по формуле:

$$C_p = 0,005 \cdot S \cdot C_x, \quad (3)$$

где  $S$  - толщина свариваемой стали,  $S = 6$  мм.

Таким образом,

$$C_p = 0,005 \cdot 6 \cdot 0,292 = 0,0088 \text{ \%}.$$

Следовательно, эквивалентное содержание углерода равно:

$$C_3 = 0,292 + 0,0088 = 0,3008 \text{ \%}.$$

Поскольку  $C_3$  оказалось меньше 0,45%, то предварительный подогрев для данной марки стали, при её толщине:  $S = 6$  мм, не требуется [6].

## 2.2 Выбор способа сварки

Наиболее приемлемыми способами сварки для колонн этого вида являются используемый способ - ручная дуговая сварка покрытыми электродами и предлагаемый в качестве альтернативы способ сварки в среде защитных газов плавящейся проволокой постоянного сечения.

Ручная дуговая сварка является универсальным способом сварки, но уже достаточно устаревшим. Она обладает такими недостатками как:

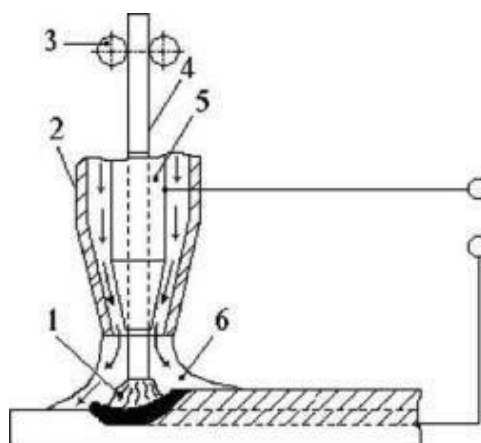
- малая производительность;

- высокая квалификация сварщика при сварке ответственных сварных конструкций;

- вредные и тяжёлые условия труда.

Широкое распространение получили сварка и наплавка в среде углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) – сварка плавящимся электродом (проволокой). Такой способ является самым дешевым при сварке углеродистых и низколегированных сталей и более производительным. Поэтому по объему производства он занимает одно из первых мест среди механизированных способов сварки плавлением.

При сварке в защитном газе электрод, зона дуги и сварочная ванна защищены струей защитного газа (рисунок 5).



1 – электрическая дуга; 2 – газовое сопло; 3 – подающие ролики; 4 – электродная проволока;  
5 – токоподводящий мундштук; 6 – углекислый газ

Рисунок 5 – Схема сварки в среде углекислого газа [6]

Для сварки используется  $\text{CO}_2$  – бесцветный газ, со слабым запахом, в 1,52 раза тяжелее воздуха, нерастворим в твердых и жидких металлах. Выпускают углекислый газ сварочный, пищевой и технический, имеющие соответственно чистоту 99,5, 98,5 и 98,0 %. Для сварки газ поставляют и хранят в сжиженном состоянии под давлением 7 МПа в стальных баллонах объемом 40 л.

Этого количества газа достаточно на 15-20 часов работы. Чтобы влага, содержащаяся в углекислоте, не вызывала разбрызгивание металла при сварке

предусмотрен осушитель газа (медный купорос). В качестве редуктора используется обыкновенный кислородный редуктор. Сварка в углекислой среде производится током обратной полярности. Расход углекислого газа 400-500 л/мин. получается узкий и глубокий шов и малая зона термического влияния [7].

Сварку в углекислом газе выполняют только плавящимся электродом на повышенных плотностях постоянного тока обратной полярности. Оборудование, задействованное в процессе сварки можно отследить на рисунок 6.

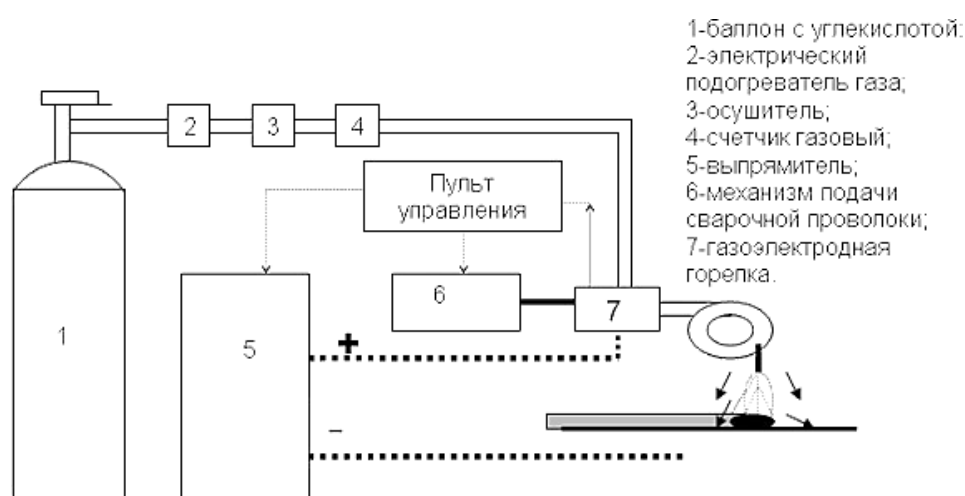


Рисунок 6 – Схема установки для сварки в среде углекислого газа [7]

Сварка в атмосфере защитных газов в зависимости от степени механизации процессов подачи присадочной или сварочной проволоки и перемещения сварочной горелки может быть ручной, полуавтоматической и автоматической.

Область применения сварки в защитных газах охватывает широкий круг материалов и изделий. В углекислом газе сваривают конструкции из углеродистых и низколегированных сталей. Преимущество полуавтоматической сварки в  $\text{CO}_2$  с точки зрения ее стоимости и производительности часто приводит к замене ею ручной дуговой сварки покрытыми электродами [7].

Достоинства способа:

- возможность сварки во всех пространственных положениях;
- высокая производительность (в 1,5-2 раза выше, чем у РДС);

- высокая проплавливающая способность;
- значительный спектр свариваемых материалов;
- отсутствие шлаков на поверхности сварочной ванны;
- более лёгкая техника сварки.

Недостатки способа:

- использование дополнительного газового оборудования;
- проблемы сварки в условиях монтажа (сквозняки, ветер, дождь);
- разбрызгивание при крупнокапельном переносе.

### 2.3 Выбор сварочных материалов

Согласно рекомендациям [5], сварка должна производиться сварочной проволокой с физико-механическими свойствами не ниже чем у проволоки Св-08Г2С по ГОСТ 2246-70 [8], а в качестве защитной среды рекомендуется использовать углекислый газ высшего сорта по ГОСТ 8050-85 [9].

При сварке в углекислом газе - активном окислителе ванны - в составе проволоки обязательно, кроме других легирующих элементов, должны присутствовать раскислители - кремний и марганец (а иногда и титан). Поэтому для сварки в углекислом газе можно использовать только те проволоки, в составе которых содержатся эти элементы, т. е. в маркировке обозначены «Г» и «С», например Св-08Г2С, в зависимости от состава свариваемой стали и требований к механическим свойствам металла шва. Химический состав проволоки представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав проволоки Св-08Г2С [8]

С	Si	Mn	Cr, не более	Ni, не более	S, не более	P, не более
0,05-0,11	0,70-0,95	1,80-2,10	0,20	0,25	0,025	0,030

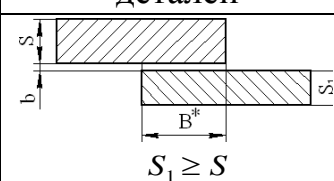
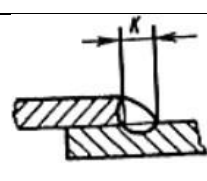
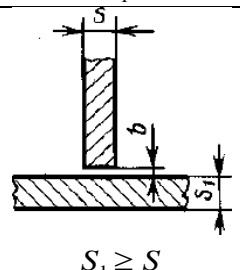
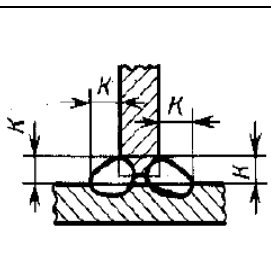
Углекислый газ  $CO_2$  не имеет цвета и запаха. Получают его из газообразных продуктов сгорания антрацита или кокса, при обжиге известняка. Поставляется в сжиженном (жидком) состоянии в баллоне типа А вместимостью

40 л с максимальным давлением 7,5 МПа. Для целей сварки используют сварочную углекислоту. Чистота углекислоты высшего сорта должна быть не менее 99,8 %. Применяется при сварке низкоуглеродистых, низколегированных и некоторых конструкционных и специальных сталей [9].

## 2.4 Расчет параметров режимов сварки

Сварная колонна изготавливается из швеллера 30П, листов толщиной 6 и 60 мм. Сварка в среде углекислого газа по ГОСТ 14771-76 [10], в конструкции формы присутствуют нахлесточные швы листов со швеллером (Н1) и тавровые швы листов со швеллером (Т1/Т3) с катетом шва 6 мм. Произведем расчет параметров режимов сварки [11]. Геометрические размеры подготовки кромок представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Геометрические размеры подготовки кромок при сварке плавящимся электродом в среде углекислого газа по ГОСТ 14771-76 [10]

Условное обозначение сварного соедин.	Конструктивные элементы		S	B	b	
	Подготовленных кромок свариваемых деталей	шва сварного соединения			Номин. откл.	Предел. откл.
Н1	 $S_1 \geq S$		5,5 – 10	8,0 – 40,0	0	+1,0
Т1 (Т3)	 $S_1 \geq S$		6,0-10	0,8-60	0	+1,5

Зная катет шва определяют площадь поперечного сечения наплавленного металла по формуле:

$$F_n = \frac{k^2}{2} = \frac{6^2}{2} = 18 \text{ мм}^2, \quad (4)$$

где  $k$  – катет углового шва.

Силу сварочного тока  $I_{св}$  рассчитаем по формуле (1):

$$I_{св} = \frac{3,14 \cdot 1,2^2}{4} \cdot 200 = 226 \text{ А},$$

принимаем  $I_{св} = 230 \text{ А}$ .

Определяем оптимальное напряжение дуги:

$$U_0 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_3}} \cdot I_{св} \pm 1 = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{1,2}} \cdot 230 \pm 1 = 27 \pm 1 \text{ В}, \quad (5)$$

принимаем напряжение  $U_0 = 27 \text{ В}$ .

Определим коэффициент формы провара:

$$\psi_{np} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{св}) \cdot \frac{d_3 \cdot U_0}{I_{св}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 230) \cdot \frac{1,2 \cdot 27}{230} = 2,1. \quad (6)$$

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

Определим скорость сварки по формуле:

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_n}, \quad (7)$$

где  $\alpha_i$  – коэффициент наплавки.

Для определения коэффициента наплавки  $\alpha_n$  при механизированных способах сварки в среде углекислого газа воспользуемся следующей формулой:

$$\alpha_n = \alpha_p \cdot (1 - \psi), \quad (8)$$

где  $\psi$  – коэффициент потерь, который определяется по формуле:

$$\psi_n = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot j - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot j^2. \quad (9)$$

Подставим известные значения плотности тока  $j$  в формулу (4), получим:

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

Для того чтобы определить коэффициент наплавки нам необходимо рассчитать коэффициент расплавления  $\alpha_p$  по формуле:



$$\alpha_p = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{св}} \cdot \frac{l_6}{d_3^2} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{230} \cdot \frac{1,5}{0,12^2} = 13,95 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}, \quad (10)$$

величину вылета электрода  $l$  принимаем 1,5 см, согласно рекомендации [11].

Тогда коэффициента наплавки  $\alpha_n$  согласно формуле (8):

$$\alpha_n = 13,95 \cdot (1 - 0,116) = 12,3 \text{ } \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{ч}}$$

Скорость сварки по формуле (7) получаем:

$$V_{св} = \frac{12,3 \cdot 230}{3600 \cdot 7,8 \cdot 0,18} \approx 0,56 \text{ см/с} = 20 \text{ м/ч}$$

Определяем скорость подачи электродной проволоки по формуле:

$$V_{пэл} = \frac{\alpha_p \cdot I_{св}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{эл}} = \frac{13,95 \cdot 230}{3600 \cdot 7,9 \cdot 1,13 \cdot 10^{-2}} \approx 10 \text{ см/с} = 360 \text{ м/ч}, \quad (11)$$

где  $F_{эл}$  – площадь поперечного сечения электрода, см<sup>2</sup>;

$\gamma$  – плотность электродного металла, г/см<sup>3</sup>.

Режимы сварки приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Общие параметры режимов сварки

Тип шва	Катет, мм	$I_{св}$ , А	$U_d$ , В	$V_{св}$ , м/ч	$V_{под}$ , м/ч	$\alpha_n$ , г/А*ч
T1 (T3)	6	230-250	27-28	20-22	360	12,3
H1	6	230-250	27-28	20-22	360	12,3
T1	10	280-300	30-31	15-17	360	12,3

## 2.5 Выбор сварочного оборудования

При выборе сварочного аппарата необходимо исходить из следующих требований:

- обеспечивать необходимую для данного технологического процесса силу тока дуги и напряжение дуги;
- иметь необходимый вид внешней характеристики, чтобы выполнять условия стабильного горения дуги;
- иметь такие динамические параметры, чтобы можно было обеспечить нормальное возбуждение дуги и минимальный коэффициент разбрызгивания.

Назначаем сварочный аппарат EWM Saturn 301 MIG/MAG, т.к. он обеспечивает необходимую силу сварочного тока с ПВ 60%, чего в случае изготовления колонн достаточно.

Особенности сварочного аппарата:

- инновационный аппарат с эргономичными ручками и максимальной мобильностью: передвижной, погрузка краном или штабелеукладчиком;
- продуманная конструкция корпуса с улучшенными воздуховодами для увеличения продолжительности включения и электронным управлением вентилятора для снижения количества загрязнений в аппарате;
- максимальная экономичность при минимизированной последующей обработке швов благодаря сварке без брызг в зоне короткой и капельной дуги при использовании аргона, газовых смесей и CO<sub>2</sub>;
- мелкоступенчатая регулировка напряжения, оптимизированный сварочный дроссель с 2 выводами для разных материалов, 4-роликовое устройство подачи с большими роликами для надежной подачи проволоки;
- разные варианты управления - от классического до заранее настроенного однокнопочного [12].

Области применения:

- стандартная сварка MIG/MAG короткой, смешанной или капельной дугой с использованием аргона, газовых смесей и CO<sub>2</sub>;
- материалы: проволока из низколегированной стали, сплошные и порошковые проволоки;
- металлоперерабатывающие предприятия, промышленность, например, заводские ремонтные мастерские, ремонтные мастерские для транспортных средств и сельскохозяйственной техники, изготовление распределительных шкафов и систем вентиляции, металлоконструкций, машиностроение, монтажные работы, вспомогательные работы на производстве [12].

Общие технические характеристики аппарата EWM Saturn 301 MIG/MAG приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Технические характеристики EWM Saturn 301 MIG/MAG [12]

Характеристика	Значение
Сетевое напряжение, В	380
Диапазон регулирования сварочного тока, А	30-300
Номинальный сварочный ток, А (при ПВ, %)	300А (45%), 250А (60%), 190 (100%)
Частота тока в сети, Гц	50/60
Сетевой предохранитель (плавкий инерционный предохранитель), А	3 x 25
Сетевое напряжение (допуски)	3 x 400 V (-15 % - +15 %)
Максимальная потребляемая мощность, кВА	12,8
Рекомендуемая мощность генератора, кВА	18
Стандарты	IEC 60 974-1 / IEC 60 974-5 / IEC 60 974-10 / CE / S
Класс защиты	IP 23 (H)
Габариты	930 x 460 x 730
Вес, кг	100
Цена, руб	263000

### 3 Технологическая часть

#### 3.1 Заготовительные операции

Технологический процесс изготовления заготовок может включать следующие операции: правку, разметку, резку, обработку кромок, гибка и очистку под сварку.

Для изготовления элементов колонн используется лист горячекатаный, поставляемый по ГОСТ 19903-74 [13].

$$\text{Лист } \frac{A - \text{ПО} - O - 8 \times 1500 \times 12000 \text{ ГОСТ } 19903 - 74}{\text{Ст } 3 \text{ ГОСТ } 14637 - 69}$$

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

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

Резка заготовок, включая отрезку и подготовку кромок, выполняется любыми способами, обеспечивающими необходимую форму, размеры и качество реза. Поэтому наиболее предпочтительным способом резки и подготовки кромок является механическая резка.

Для разделительной резки листового металла и вырезания отверстий назначаем машину плазменной резки металла с ЧПУ серии L50, технические характеристики приведены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики станков серии L50 [14]

Возможный размер рабочей зоны станка, мм	3050x1550; 3050x2050; 6050x1550; 6050x2050
Толщина разрезаемого металла, мм	0,5-50
Точность позиционирования, мм	± 0,05
Повторяемость программируемого контура, мм	± 0,1
Привод по осям X, Y	Шестерня рейка

Продолжение таблицы 7

Привод по оси Z	Шарико-винтовая пара
Вертикальный ход перемещения резака Z, мм	200
Скорость холостых перемещений резака, м/мин	15
Высота стола, мм	70
Максимальная толщина металла для укладки по грузоподъемности, мм	100
Грузоподъемность стола длиной 3м, кг	5000
Грузоподъемность стола длиной 6м, кг	10000
Вес станка, не более, кг	1000
Температура эксплуатации станка, гр. С	5-35
Напряжение питания терминала управления станком	1ф, 220 Вт, 50Гц
Мощность, потребляемая станком	1 кВт
Вентилятор системы дымоудаления	5,5 кВт, 1500 об/мин
Программное обеспечение (лицензионное, русифицированное)	Windows 7; Mach3; SheetCam

Для изготовления колонны применяются швеллера №30П по ГОСТ 8240-97 [3]. Для резки швеллеров колонны назначаем ручной ленточнопильный станок Века-мак BMS 280G, технические характеристики приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики станка Века-мак BMS 280G [14]

Наименование характеристики		Ед. имз.	Значение
90 градусов	Круглая заготовка	мм	280
	Прямоугольник	мм	350x260
	Квадрат	мм	280x280
+75 градусов	Круглая заготовка	мм	280
	Прямоугольник	мм	320x260
	Квадрат	мм	280x280

Продолжение таблицы 8

+60 градусов	Круглая заготовка	мм	280
	Прямоугольник	мм	280x260
	Квадрат	мм	260
+45 градусов	Круглая заготовка	мм	220
	Прямоугольник	мм	220x220
	Квадрат	мм	220x220
+30 градусов	Круглая заготовка	мм	160
	Прямоугольник	мм	150x150
	Квадрат	мм	150x150
Мощность главного двигателя		кВт	1,5
Мощность насоса подачи СОЖ		кВт	0,12
Скорость движения полотна		м/мин.	20 - 100
Размеры полотна		мм	3400x27x0,9
Рабочая высота		мм	740
Вес		кг	870
Габариты		мм	1850x1000x1300

Во всех случаях нормативными документами перед сваркой предусматривается тщательная очистка от грязи, ржавчины, окалины и масляных пятен свариваемых кромок и наружной поверхности сопрягаемых деталей на ширину не менее 15 мм.

Все местные уступы и неровности, имеющиеся на собираемых деталях и препятствующие их соединению в соответствии с требованиями чертежей, надлежит до сборки устранять зачисткой в виде плавных переходов с помощью абразивного круга или напильника. Обработка кромок элементов под сварку может производиться кислородной, воздушно-дуговой, плазменно-дуговой резкой с последующей механической обработкой поверхности реза с удалением слоя толщиной не менее 1,5-2 мм. Поверхности кромок не должны иметь надрывов и трещин. Для обработки кромок в месте реза и зачистки поверхности

перед сваркой применяется пневматическая шлиф машинка модели ИП-2203А VII. Технические характеристики представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики пневматической шлиф машинки модели ИП-2203А VII [15]

Технические характеристики	Значение
Частота вращения на холостом ходу, об/мин	6500
Номинальная мощность, кВт	1,4
Рабочее давление, атм	6,3
Расход свободного воздуха, м <sup>3</sup> /мин	2,1
Диаметр диска, мм	230
Масса, кг	4

### **3.2 Технологический процесс сборки и сварки колонны**

Детали нарезанные в размер, поступают на сборочно-сварочный участок. По условиям СНиП III-18-75 [16] детали должны быть проверены на соответствие ее действующим стандартам и техническим условиям.

Сборку и сварку колонны можно разделить на несколько этапов: сварка стержня колонны; сварка базы колонны; сварка оголовка колонны; сварка ребер жесткости (приложение А).

#### **3.2.1 Сварка стержня колонны**

Стержень колонны сваривается в следующей последовательности (рисунок 7).

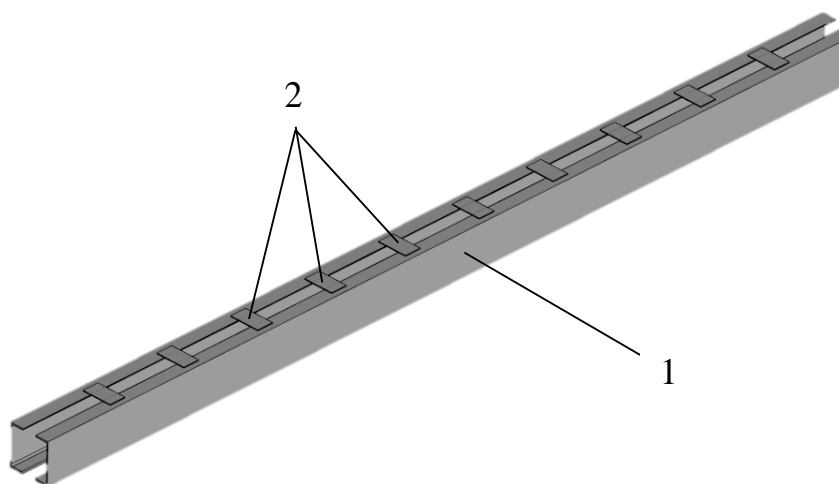


Рисунок 7 – Стержень колонны

Два швеллера 1 устанавливаются на бетонное основание при помощи кран-балки, выдерживая расстояние между ними. На боковые поверхности швеллеров устанавливаются планки 2, согласно чертежу ФЮРА.000001.001 СБ (приложение Б).

Планки прихватываются угловым швом типа Н1 катетом 3 мм длиной 20-30 мм по короткой стороне. После проставления прихваток на всех планках, они обвариваются угловым швом типа Н1 по незамкнутому контуру катетом 6 мм.

Стержень кантуется на 180 градусов. Производится аналогичная операция по установке планок 2 с другой стороны стержня колонны.

### **3.2.1 Сварка базы колонны**

Для сварки базы колонны 1 со стержнем колонны 2 (рисунок 8) используется цепной кантователь серии ГРП-2КП [17]. На цепи кантователя устанавливается стержень колонны. С торцевой стороны стыкуется база колонны, выдерживая установочные размеры, согласно чертежу ФЮРА.000001.001 СБ (приложение Б).



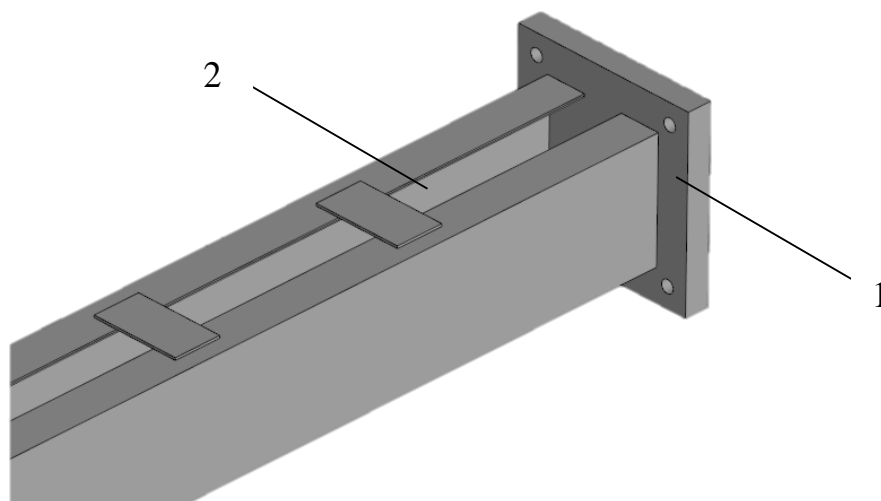


Рисунок 8 – База колонны и стержень колонны

База колонны 1 прихватываются угловыми швами типа Т1 катетом 3 мм длиной 20-30 мм по длинной стороне швеллеров стержня 2. После проставления прихваток, стержень обваривается угловым швом типа Т1 по незамкнутому контуру катетом 10 мм.

### 3.2.1 Сварка оголовка колонны

С противоположной стороны от базы колонны стыкуется оголовок колонны 1 к стержню колонны 2 (рисунок 9), выдерживая установочные размеры согласно чертежу ФЮРА.000001.001 СБ (приложение Б).

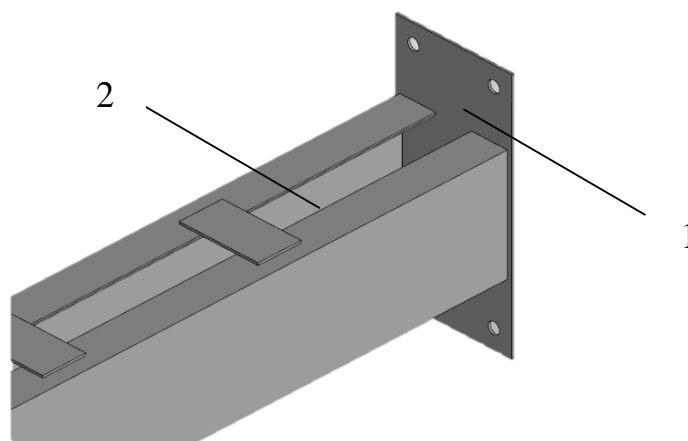


Рисунок 9 – Оголовок колонны и стержень колонны

Оголовки колонны 1 прихватываются угловыми швами типа Т1 катетом 3 мм длиной 20-30 мм по длинной стороне швеллеров стержня 2. После проставления прихваток, стержень обваривается угловым швом типа Т1 по незамкнутому контуру катетом 6 мм.

### 3.2.1 Сварка ребер жесткости колонны

На стержень колонны 1 устанавливаются ребра жесткости к базе и оголовку колонны 2 (рисунок 10), выдерживая установочные размеры согласно чертежу ФЮРА.000001.001 СБ (приложение Б).

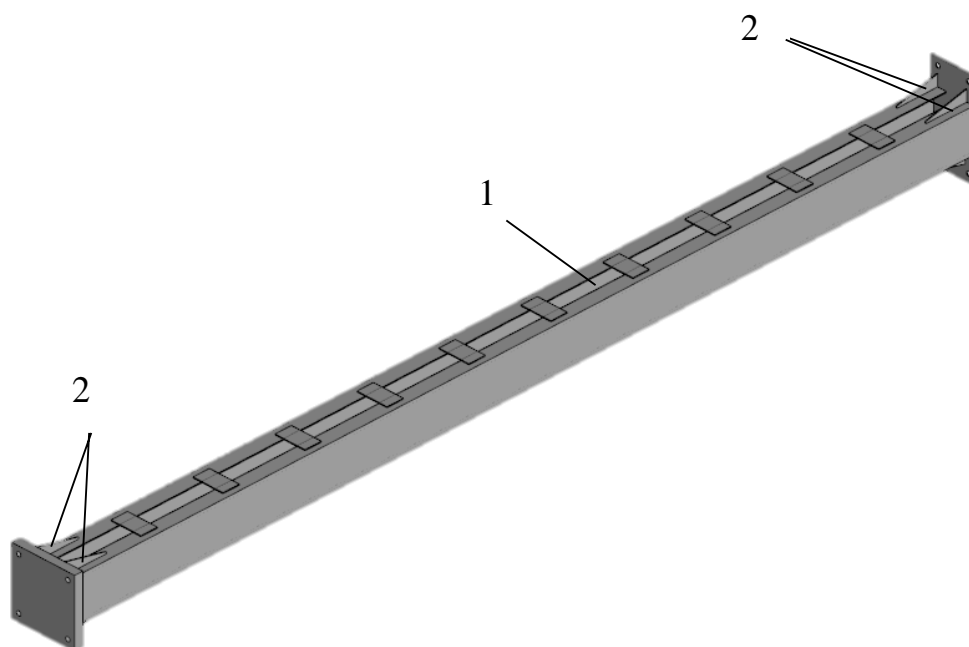


Рисунок 10 – Ребра жесткости на стержне колонны

Ребра жесткости 2 прихватываются угловыми швами типа Т3 катетом 3 мм длиной 20-30 мм по длинной стороне швеллеров стержня 1 и по короткой стороне базы и оголовка. После проставления прихваток, ребра жесткости обвариваются угловым швом типа Т3 по замкнутому контуру катетом 6 мм.

### 3.3 Меры борьбы со сварочными напряжениями и деформациями

При проектировании сварных конструкций необходимо считаться с возможностью появления в них остаточных напряжений и деформаций, и

принимать меры для их предотвращения или ограничения в таких пределах, при которых влияние их не будет опасным.

При сварке низкоуглеродистых сталей, имеющих наиболее широкое применение в металлических конструкциях, в них возникают напряжения первого рода, уравнивающиеся в макрообъемах. Неизбежными причинами сварочных деформаций являются:

- неравномерный нагрев изделия при сварке;
- тепловая усадка швов;
- структурные изменения металла шва и ЗТВ.

Сопутствующими причинами являются:

- неправильное решение конструкции сварного узла, то есть близкое расположение и частое пересечение сварных швов или неправильный выбор сварного соединения;

- применение устаревшей техники и технологии;
- низкая квалификация сварщика;
- нарушение геометрических размеров шва.

Основной мерой борьбы с деформациями является создание в зонах пластической деформации дополнительной деформации противоположного знака.

В сварном шве при остывании возникают напряжения растяжения и необходима пластическая деформация для приведения их к нулю. Этого можно достичь проковкой - металл осаживается по толщине, создавая пластические деформации удлинения в плоскости.

При сборке и сварке конструкций необходимо стремиться к такой последовательности выполнения операций, при которой моменты инерции площади поперечного сечения были бы по возможности максимальными, так как последовательное наращивание элементов дает большее искажение результатов, чем сборка всей конструкции на прихватку и затем сварка.

Возможной мерой борьбы со сварочными деформациями может быть неравномерный нагрев или охлаждение, использование местного нагрева.

### 3.4 Контроль и исправление брака

Основная цель технологического контроля заключается в обеспечении выпуска высококачественной продукции, что достигается проведением мероприятий по предупреждению появления брака, то есть своевременное выявление дефектов и их устранение.

Дефекты в соединениях бывают двух типов: внешние и внутренние. В сварных соединениях к внешним дефектам относят наплывы, подрезы, наружные непровары и несплавления, поверхностные трещины и поры. К внутренним скрытые трещины и поры, внутренние непровары и несплавления, шлаковые включения и др.

Качество сварных соединений обеспечивают предварительным контролем материалов и заготовок. Текущим контролем за процессом сварки и пайки, и приемочным контролем готовых сварных соединений. В зависимости от нарушения целостности сварного соединения при контроле различают разрушающие и неразрушающие методы контроля.

При предварительном контроле основного и сварочных материалов устанавливают, удовлетворяют ли сертификатные данные в документах заводо-поставщиков требованиям, предъявляемым к материалам в соответствии с назначением и ответственностью сварных узлов и конструкций. Осматривают поверхности основного материала, сварочной проволоки и покрытий электродов в целях обнаружения внешних дефектов. Перед сборкой и сваркой заготовок, проверяется соответствует ли их форма и габаритные размеры установленным, а также контролируется качество подготовки кромок и свариваемых поверхностей.

При текущем контроле проверяют соблюдение сварщиками установленных параметров режима сварки и исправность работы сварочного оборудования. Осматривают сварные швы для выявления внешних дефектов и измеряют их геометрические размеры. Замеченные отклонения устраняют непосредственно в процессе изготовления конструкций.

Готовые сварные соединения в зависимости от назначения и ответственности конструкции подвергаются приемочному контролю: внешнему осмотру для выявления поверхностных дефектов и обмеру сварных швов; испытаниям на плотность, магнитному контролю, просвечиванию рентгеновским и гамма-излучением, ультразвуком для выявления внутренних дефектов.

По внешнему виду сварной шов должен соответствовать следующим требованиям:

- поверхность шва должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой;
- высота усиления шва не должна быть более 0,5 мм;
- сварной шов не должен иметь наплывов, незаваренных кратеров, несплавленных кромок, прожогов и трещин.

При этом допускаются: подрезы основного металла глубиной не более 0,4 мм, а подрезы, превышающие указание выше нормы, допускается исправлять заваркой тонким швом той же сварочной проволокой, что и основной шов. Допускаются брызги на сварном шве и околошовной зоне в труднодоступных местах.

Контроль сварных швов, недоступных для осмотра после окончательной сварки конструкций, должен производиться до установки деталей, закрывающие эти швы.

Недопустимые дефекты сварного шва должны быть удалены обработкой резанием (механические или термические способы) с последующей зачисткой поверхности до металлического блеска.

Исправление дефектов в одном и том же месте допускаются не более двух раз. При последующем обнаружении дефектов изделия должны быть заменены новыми. Недопустимы дефекты швов при приварке косынок под салазки и узлов предназначенных для транспортировки.

Контроль внешним осмотром подлежит каждый сварной шов. Метод позволяет обнаруживать дефекты минимального выявляемого размера при

осмотре и измерение сварного соединения с использованием оптических приборов с увеличением до 10 раз.

Во избежание возможного появления дефектов в сварном шве применяется предварительный контроль. Целью предварительного контроля является проверка качества исходных материалов, подготовки заготовок, качества сборки, сварочного оборудования, приборов и квалификации сварщиков. Качество основного металла определяется на основании маркировки и сертификатов, поступивших от завода - поставщика металла

Сварочная проволока контролируется на соответствие требованиям ГОСТ 2246-70 [8] путём внешнего осмотра, обмера и химического анализа. Поверхность проволоки должна быть чистой, без окалины ржавчины, грязи и масла. Каждая партия проволоки должна быть снабжена сертификатом.

Углекислый газ контролируется на соответствие требованиям ГОСТ 8050-85 [9] (чистоту и влажность).

Контроль качества заготовок путём внешнего осмотра и замеров должен производиться до начала сборки.

## 4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью экономической части диплома является анализ процесса с экономической точки зрения.

В данном разделе производится учет всех технико-экономических факторов на каждой стадии проекта, оценивается эффективность разработки, анализируются возможные способы исполнения процесса сварки, а также рассчитывается эффективность производства по одному из способов.

### 4.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Колонны для строительства корпусов промышленных зданий используются во многих отраслях промышленности. Сегментируем рынок потребления продукции в зависимости от отрасли, размера компании и уровня потребления продукции. Карта представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Карта сегментирования по отраслям промышленности

Параметр		Отрасль			
		Нефтяная	Строительная	Машино-строение	Тепло-энергетика
Размер компании и	Крупные				
	Средние				
	Мелкие				
Уровень потребления продукции	Высокий				
	Средний				
	Низкий				

АО Сибирьэнергоремонт		ПАО Газпром		АО Красмаш		ОАО ТДСК	
--------------------------	--	----------------	--	---------------	--	-------------	--

Из таблицы видно, что основными сегментами являются крупные компании нефтяной, строительной и теплоэнергетических отраслей с высоким и

средним уровнем потребления продукции. Следовательно, эти компании являются наиболее заинтересованными в результатах исследования.

#### 4.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Помимо механизированной сварки в среде защитных газов для производства колонн промышленных зданий разрешается применять ручную сварку покрытыми электродами и автоматическую сварку в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

С помощью анализа конкурентных технических решений, проведем оценку сравнительной эффективности научной разработки и определим направление для ее реализации.

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 5 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \times B_i, \quad (12)$$

где  $K$  – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$B_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

Оценочная карта представлена в таблице 11.

Таблица 11 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		$B_{\phi}$	$B_{к1}$	$B_{к2}$	$K_{\phi}$	$K_{к1}$	$K_{к2}$
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Спрос проекта	0,1	5	4	1	0,5	0,4	0,1



Продолжение таблицы

2. Удобство в применении	0,2	5	4	2	1	0,8	0,4
3. Возможности проекта	0,15	5	4	2	0,75	0,6	0,3
4. Универсальность	0,1	2	4	5	0,2	0,4	0,5
5. Эффективность применения	0,1	5	3	2	0,5	0,3	0,2
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Конкурентоспособность	0,1	5	4	2	0,5	0,4	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,1	5	4	3	0,5	0,4	0,3
3. Цена	0,1	1	3	5	0,1	0,3	0,5
4. Квалифицированные кадры	0,05	3	4	4	0,15	0,2	0,2
Итого	1	36	34	26	4,2	3,8	2,7
<p><i>Примечание:</i></p> <p><math>B_{\phi}</math> – оценка профессиональных рисков при проведении работ;</p> <p><math>B_{к1}</math> – прогнозная оценка профессиональных рисков;</p> <p><math>B_{к2}</math> – оценка ретроспективных профессиональных рисков.</p>							

Исходя из полученных данных, можно судить, что технология механизированной сварки в среде защитных газов для производства колонн сквозного сечения эффективнее, чем ручная дуговая сварка покрытыми электродами или автоматическая сварка в среде защитных газов проволокой сплошного сечения.

### 4.3 SWOT-анализ

В этом разделе необходимо выявить сильные и слабые стороны научного проекта, а также возможности и угрозы для его дальнейшей реализации (таблица 12).

Таблица 12 – SWOT – анализ

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С1. Отсутствие данного процесса для повышения эффективности сварки у конкурентов</p> <p>С2. Использование современного оборудования</p> <p>С3. Наличие опытного руководителя</p> <p>С4. Высокая производительность процесса сварки</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>Сл1. Сложность оборудования</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
<p>Возможности:</p> <p>В1. Получение качественных сварных соединений</p> <p>В2. Повышение эффективности сварки</p> <p>В3. Регулирование производительности</p>	<p>В1С1 – спрос на продукцию</p> <p>В1С2– уменьшение количество брака сварных швов</p> <p>В1С3 – повышение конкурентно способности</p> <p>В1С4 – увеличение оборотов производства</p> <p>В2С2 – получение высокой производительности сварочных работ</p> <p>В2С4 – увеличение производственных мощностей, масштабирование производства</p> <p>В3С1 – уменьшение себестоимости производимых сварочных работ и как следствие, получаемых сваркой изделий</p> <p>В3С2 – строгий контроль качества</p> <p>В3С3 – исключение образования дефектов в изделиях</p>	<p>В1Сл1 – повышение квалификации персонала</p> <p>В1Сл2 – аренда оборудования на первых этапах производства</p> <p>В1Сл3 – затраты времени на отработку режимов и составления технологических карт по сварке</p> <p>В2Сл1 – разработка технологических инструкций к работе</p> <p>В2Сл2 – замена комплектующих более дешевыми аналогами</p> <p>В2Сл3 – проведение повышения квалификации для персонала, стажировки</p> <p>В3Сл1 – составление карты режимов для разных задач и материалов</p> <p>В3Сл3 – привлечение специалистов из других регионов</p>

## Продолжение таблицы 12

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Появление новых технологий</p> <p>У2. Государство не даст средства для реализации темы.</p>	<p>У1С2 – оптимизация процессов производства</p> <p>У1С3 – разработка новых технологических решений с имеющимися ресурсами</p> <p>У1С4 – снижение себестоимости путем оптимизации рабочего процесса</p> <p>У2С1 – привлечение инвестиций и заключение хоз.договоров с компаниями заинтересованными в исследованиях</p> <p>У2С2 – поиск компаний инвесторов, заинтересованных в данном исследовании</p> <p>У2С3 – реализация проекта на кафедре ОТСП</p> <p>У2С4 – создание малого предприятия на базе ТПУ</p>	<p>У1Сл1 – стажировка персонала в компаниях с имеющимся оборудованием</p> <p>У1Сл2 – покупка более дешевого отечественного оборудования</p> <p>У1Сл3 – обучение и повышение квалификации персонала</p> <p>У2Сл2 - приобретение оборудования за средства компаний инвесторов, разработка технологии на базе их предприятия</p> <p>У2Сл3 – привлечение выпускников ВУЗов по профилирующим направлениям разработки</p>
---	---	---

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

### 4.4 Планирование управления проектом

#### 4.4.1 Структура работ

В рамках планирования научного проекта необходимо построить линейный график выполнения проекта. Линейный график представляется в виде таблицы (таблица 13).

Таблица 13 – Распределение этапов работы

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	
Выбор направления исследования	3	Поиск и изучение материала по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ	
Теоретические исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Изучение установки	
Практические исследования	9	Сварка контрольных образцов исследуемыми методами.	Инженер
	10	Изучение результатов проведенной сварки	
Оценка полученных результатов	11	Анализ результатов	Научный руководитель, инженер
	12	Выводы по цели	Научный руководитель, инженер

В первую очередь определяется полный перечень проводимых работ, а также продолжительность на каждом этапе. В результате планирования

формируется график реализации проекта. Для построения работ необходимо соотнести соответствующие работы каждому исполнителю.

#### **4.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования**

Работа над ВКР проводилась с 16 декабря 2020 года по 10 июня 2021 года. В итоге, при пятидневной рабочей неделе с учетом выходных и праздничных дней получается 116 рабочих дней.

Трудоемкость работ определяется по сумме трудоемкости этапов работ, оцениваемых экспериментальным путем в человеко-днях. Она носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов. Поэтому для определения ожидаемой продолжительности работ  $t_{ож}$  используется метод вероятностных оценок длительности работ. Он основан на использовании трех оценок

$$t_{ож} = \frac{t_{\min} + 4t_{нв} + t_{\max}}{6}, \quad (13)$$

где  $t_{\min}$  – кратчайшая продолжительность заданной работы (оптимистическая оценка),

$t_{\max}$  – самая большая продолжительность работы (пессимистическая оценка),

$t_{н.в.}$  – наиболее вероятная продолжительность работы.

Для оценки трудоемкости необходимо разработать перечень работ.





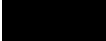





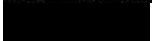
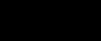





Выбор комплекса работ при разработке проекта производится в соответствии с ГОСТ 19.102-77 устанавливающего стадии разработки. Перечень комплекса работ приведен в таблице 14.

Таблица 14 – Временные показатели проведения научного исследования

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Трудоемкость работ				Длительность работ в рабочих днях	Длительность работ в календарных днях
			$t_{\min}$	$t_{\text{нв}}$	$t_{\max}$	$t_{\text{ож}}$		
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1	3	5	3	3	7
2	Выдача задания на тему	Руководитель	1	3	5	3	3	7
3	Постановка задачи	Руководитель	1	3	5	3	3	7
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель инженер	2	5	7	4,8	5	10
5	Поиск и изучение материалов по теме	Инженер	7	14	20	13,8	14	20
6	Анализ существующего опыта	Инженер	4	5	8	5,3	6	8
7	Подбор нормативных документов	Инженер	4	5	8	5,3	6	8
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель инженер	4	10	16	10	10	17
9	Разработка технологической документации	Инженер	4	7	10	7	7	10
10	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	4	6	8	6	6	10
12	Работа над выводом	Инженер	1	2	4	2,2	3	6
13	Составление пояснительной записки	Инженер	1	2	4	2,2	3	6
Руководитель								48
Инженер								95

Таким образом, общая длительность работ в календарных днях (руководителя – 21 дн., инженера – 87 дн., совместной работы – 27 дн.) равна 116 дн. На основании таблицы 37 строим календарный план-график, который отражает длительность исполнения работ в рамках проектной деятельности (таблица 15).

Таблица 15 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№ Работ	Вид работ	Исполнители	Т <sub>кi</sub> , кал. дн.	декабрь	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	7							
2	Выдача задания на тему	Руководитель	7							
3	Постановка задачи	Руководитель	7							
4	Определение стадий, этапов и сроков разработки	Руководитель Инженер	10		 					
5	Поиск и изучение материалов по теме	Инженер	20			 				
6	Анализ существующего опыта	Инженер	8							
7	Подбор нормативных документов	Инженер	8							
8	Согласование полученных данных с руководителем	Руководитель Инженер	17					 		
9	Разработка технологической документации	Инженер	10							
10	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	10							
12	Работа над выводом	Инженер	6							
13	Составление пояснительной записки	Инженер	6							
						инженер; руководитель.				

## 4.5 Бюджет научного исследования

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

### 4.5.1 Расчёт материальных затрат

В этом подразделе оценивается стоимость всех материальных ценностей, непосредственно расходуемых в процессе выполнения работ.

Теоретические исследования, составление чертежей и пояснительной записки требуют ряд программных продуктов: MicrosoftOffice, КОМПАС-3D и др. Большинство из них предоставляются бесплатно для студентов ТПУ, другие находятся в свободном доступе в сети «Интернет». Таким образом, затраты на материалы включают в себя расходы на канцелярские принадлежности.

Для исследований используется персональный компьютер с бесплатным доступом к лицензии КОМПАС-3D V18.1. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5 % до 20 % от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в таблице 16.

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Офисная бумага, упак. 500 листов	400	1	400
Тетрадь общая, 48 л.	100	1	100



Продолжение таблицы 16 – Материальные затраты

Шариковая ручка	70	2	140
<b>Итого</b>			<b>640</b>
<b>Итого с учётом ТЗР (10%)</b>			<b>704</b>

#### 4.5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 4 месяца. Для создания чертежей и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 50000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет [19].

Норма амортизации  $H_A$  рассчитывается как [20]:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\% , \quad (14)$$

где  $T$  – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации  $H_A$ :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% . \quad (15)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 50000 \cdot 0,33 = 16500 \text{ руб.} \quad (16)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{16500}{12} = 1375 \text{ руб.} \quad (17)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1375 \cdot 4 = 5500 \text{ руб.} \quad (18)$$

#### 4.5.3 Расчёт заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 33 664 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и

составляет 12 664 рублей. В 2020 году с учётом 48-дневного отпуска 252 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1603,05 рублей в день, для консультанта и инженера – 603,05 рублей в день.

Зарботная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{дн} \cdot T_{РД} \cdot (1 + K_{пр} + K_{д}) \cdot K_p, \quad (19)$$

где  $ЗП_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{РД}$  – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$  – коэффициент премирования;

$K_{д}$  – коэффициент доплат;

$K_p$  – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы по формуле 19 приведены в таблица 17.

Таблица 17 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дн}$	$K_p$	$K_{д}$	$K_{пр}$	$T_{РД}$	$ЗП_{осн}$ , руб
Руководитель	1603,05	0,1	0,2	1,3	21	84160,1
Инженер	603,05	0	0,2	1,3	87	131163,4
<b>Итого</b>						<b>215323,5</b>

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дон} = ЗП_{осн} \cdot 0,12, \quad (20)$$

где  $ЗП_{осн}$  – основная заработная плата, руб.

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{дон}) \cdot 0,3, \quad (21)$$

где  $ЗП_{осн}$  – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{доп}$  – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов по формулам 20 и 21 приведены в таблица 18.

Таблица 18 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{доп}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	10099,2	28277,8
Инженер	15739,6	44070,9
<b>Итого</b>	<b>25838,8</b>	<b>72348,7</b>

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

#### 4.5.4 Расчёт общей себестоимости

Расчитанные в пунктах 4.5.1-4.5.3 расходы сведены в таблицу 19.

Таблица 19 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	704	0,2
Затраты на амортизацию	5500	1,6
Основная заработная плата	215323,5	61,2
Дополнительная заработная плата	25838,8	7,3
Страховые взносы	72348,7	20,6
Накладные расходы	31971,5	9,1
<b>Итого</b>	<b>351686,5</b>	<b>100</b>

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (61,2 %) средств расходуется на заработную плату исполнителей.

#### **Выводы по разделу 4**

Проведен технико–экономический анализ разработки технологии сборки и сварки колонны промышленного здания.

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 351686,5 руб.

## **5 Социальная ответственность**

Объектом разработки является технология изготовления колонны промышленного здания механизированной сваркой в среде углекислого газа.

Общий размер цеха составляет 2000 м<sup>2</sup>. Рабочее место на сварочном участке, составляет 100 м<sup>2</sup>. Следует отметить, что площадь одного рабочего места сварщика не должна быть меньше 4,5 м<sup>2</sup>.

Оборудование: полуавтомат для сварки EWM Saturn 301 MIG/MAG.

### **5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

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

- Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. МинэнергоРоссии) (7-ое издание) [18];
- СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменением N 1) [19];
- ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание) [20];
- ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты [23];
- ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1) [24];

## 5.2 Производственная безопасность

Разрабатываемая технология сварки предполагает использование сварочного аппарата EWM Saturn 301 MIG/MAG и механизированной сваркой в среде углекислого газа, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке технологии или работе с оборудованием, а также требования по организации рабочего места.

### 5.2.1 Анализ потенциально возможных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 [26]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 20.

Таблица 20 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по разработке программного модуля

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы по ГОСТ 12.0.003-2015 [26]		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1) Механизированная сварка в среде защитных газов 2) Работа со сварочным оборудованием	1. Недостаточная освещенность рабочей зоны; [17, 20]; 2. Повышенный уровень шума на рабочем месте; [22]; 3. Неудовлетворительный микроклимат [21, 23]; 4. Вредные вещества 5. Психофизические факторы (повышенная нагрузка на органы чувств (зрение, слух), тяжелая физическая работа, умственное перенапряжение, монотонность труда, стрессовые эмоциональные перегрузки).	1. Электрический ток [30] 2. Повышенный уровень напряженности электростатического поля [24].	СанПиН 3359-16 [25] СП 52.13330.2016 [19] СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [21] ГОСТ 30494-2011 [29]

## 5.2.2 Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

### Электробезопасность:

При сварке используется сварочный аппарат EWM Saturn 301 MIG/MAG. Номинальное напряжение холостого хода источников питания дуговой сварки не должна превышать значений, приведенных в таблице 29.

Таблица 21 – Допустимая номинальное напряжение холостого хода

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

В нашем случае помещение относится к 1ой группе электробезопасности.

*Средства коллективной защиты (СКЗ):* изолирующие штанги, изол. клещи, указатели напряжения, диэл. перчатки, галоши и боты, ручной изолирующий инструмент.

*Средства индивидуальной защиты (СИЗ):* средства защиты головы, средства защиты глаз и лица, средства защиты органов дыхания, средства защиты рук, средства защиты от падения с высоты, одежда специальная защитная.

### Освещение:

По категории зрительных работ механизированная сварка относится к восьмой категории - общее наблюдение за прохождением процесса (постоянный надзор). Источники освещения на участке изготовления колонны обеспечиваются комплексом факторов, основные из которых: характер работы, условия среды и размеры помещения. Анализируя эти факторы, делаем вывод, что наиболее удобным источником освещения является естественное освещение, которое проникает в цех через окна и фонарное остекление на крыше здания.

Освещение на рабочем месте сварщика соответствует допустимым нормам.

## Шум

Основными источниками шума являются отрезные машины для заготовок, сварочная дуга и питание. Применение средств и методов коллективной и индивидуальной защиты по ГОСТ 12.1.029-80 [30]. Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты: противозумные наушники, закрывающие ушную раковину снаружи; противозумные вкладыши, перекрывающие наружный слуховой проход или прилегающие к нему; противозумные шлемы и каски; противозумные костюмы.

Уровень шума на рабочем месте сварщика не более 80 дБА и соответствует нормам.

## Микроклимат

Производительность труда и самочувствие работающих зависят от состояния окружающей среды. Человек работоспособна и хорошо себя чувствует, если амплитуда температуры окружающего воздуха - 18-20 ° С , относительная влажность - 40-60 % , а скорость движения воздуха - 0,1-0,2 м / с .

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

Эффективным средством нормализации воздуха в производственных помещениях является вентиляция, которая представляет собой комплекс средств, обеспечивающих воздухообмен, то есть удаление загрязненного нагретого влажного воздуха и подача свежего, чистого воздуха, соответствующее нормативным нормам. Помещения, в которых проходит сварка оснащены приточно - вытяжной вентиляцией не менее с трехкратным обменом.

Микроклимат на рабочем месте сварщика соответствует допустимым нормам.

## Вредные вещества

При сварке в зону дыхания рабочих могут поступать сварочные аэрозоли, содержащие в составе твердой фазы окислы различных металлов (марганца,



хрома, никеля, меди, алюминия, железа), их окислы и другие соединения, а также газы (окись углерода, озон, фтористый водород, окислы азота). Количество и состав сварочных аэрозолей, их токсичность зависят от химического состава сварочных и свариваемых металлов.

К средствам защиты органов дыхания относятся противогазы, полумаски, респираторы. Применяемые средства индивидуальной защиты должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.4.011 -89 [32].

### Психофизические факторы

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам. Статические и динамические физические нагрузки у сварщиков при ручной и механизированной сварке вызывают перенапряжение нервной и костно-мышечной систем организма. Статические нагрузки зависят от массы сварочного инструмента (электрододержателя, шлангового держателя полуавтомата), гибкости шлангов и проводов, длительности непрерывной работы и поддержания рабочей позы (стоя, сидя, полусидя, стоя на коленях, лежа на спине).

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

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

Технологические меры - создание наиболее благоприятных технологических условий для уменьшения утомляемости (механизация, автоматизация,

Рационализация трудового процесса (экономичность, ритмичность, перерывы, отдых и т.д.). Режим работы играет важную роль и определяется

тяжестью работы: чем тяжелее работа, тем перерывы чаще и короче. В течение рабочего дня необходим большой перерыв (обеденный). Хороший эффект дает также производственная гимнастика.

Рационализация санитарно-гигиенических условий.

Повышение квалификации (тренированности) работников.

Высококвалифицированные рабочие обычно утомляются позже.

### **5.3 Экологическая безопасность**

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

#### **5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду**

Производственные процессы не должны загрязнять окружающую среду (воздух, почву, водоемы) вредными выбросами и отходами. Удаление и обезвреживание отходов производства, являющихся источниками опасных и вредных производственных факторов, должно производиться своевременно и организованно, при этом:

Для каждого источника загрязнения атмосферы должна быть установлена предельно допустимая норма выброса в соответствии с СП 31.13330.2012 Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Степень очистки сточных производственных вод должна отвечать требованиям Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

Отходы производства должны подвергаться утилизации и обезвреживанию, организованному хранению в отвалах или захоронению. Особо опасные отходы должны подвергаться захоронению в специальных могильниках.

Отходами в сварочном производстве дуговой сварки являются:

- металлолом черных и цветных металлов и сплавов;
- отработанные абразивные круги;
- мусор от уборки территории;
- сварочный шлак;
- промасленная ветошь, картон, полиэтиленовая упаковка и др.

Сбор отходов производится:

- в специальные контейнеры;
- на специальные площадки для крупногабаритных отходов (металлолом);
- на территориях цехов;
- в иные места (помещения) для временного хранения отходов

В контейнеры исключается попадание атмосферных осадков и запрещается раздувание отходов. На территории предприятия устраивают специальные бетонированные или асфальтированные площадки для размещения контейнеров. Площадка должна быть с водонепроницаемым покрытием. Подъезды к местам, где установлены контейнеры, должны освещаться и иметь дорожные покрытия с учетом разворота машин и выпуска стрелы подъема контейнеровоза или манипулятора. Для предотвращения засорения территории предприятия отходами устанавливаются урны емкостью не менее 10 л. У каждого входа в производственные цеха должно быть расположено не менее 1 урны. Места размещения урн на территории предприятия определяются руководством в зависимости от интенсивности использования территории.

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

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

автопогрузчики.

Для предприятий особенно важна устаревшего оборудования и микросхем, большинство оборудования в микросхемах и платах содержит небольшое количество драгоценных металлов, например, золота или платины, при утилизации техники происходит их переработка и направление в государственный фонд, об этом говорится в Федеральном законе №41.

Федеральный закон №89 запрещает предприятиям заниматься самостоятельной утилизацией опасных отходов. Данным видом деятельности могут заниматься только специализированные организации, к примеру, предприятия, которые занимаются утилизацией компьютеров, оргтехники и других электронных отходов.

### **5.3.2 Анализ влияния процесса исследования на окружающую среду**

На участке сборки и сварки колонн промышленных зданий для улавливания газов при электросварочных работах применяем обще-обменную приточно-вытяжную вентиляцию и местную вытяжную вентиляцию.

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

Удаление вредных газов и пыли из зоны сварки, а также подача чистого воздуха осуществляется вентиляцией. Значения ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны приведены согласно ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно - гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [31].

Очистка воздуха от пыли (аэрозолей) осуществляется с помощью специального оборудования различных конструкций в зависимости от размеров

частиц пыли: грубая очистка (10 ... 50 мкм), среднее (более 1 мкм) и тонкие (менее 1 мкм). Для этого применяются циклоны и пылеосадительные камеры, принцип действия которых основан на использовании сил тяжести и инерции; волокнистые (тканевые) и рукавные, изготовлены из натуральных материалов (хлопок, лен, шерсть) и синтетических (полиамидные, полипропиленовые и другие волокна); ротационные пыле образователями (в виде радиальных вентиляторов); электрофильтры, улавливающие аэрозоли за счет подзарядки их частиц в электрическом поле и дальнейшем осаждения.

Для улавливания сварочных аэрозолей в системах вентиляции и фильтровентиляционных агрегатах применяются электростатические, тканевые, бумажные и комбинированные фильтры. Назначаем вентилятор радиальный FUK – 2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

## **5.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

### **5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

Производство находится в городе Красноярске с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т. д.), в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС на объекте в данном случае, могут быть сильные морозы и диверсия. Для Сибири в зимнее время года характерны морозы. Достижение критически низких температур приведет к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае переморозки труб должны быть предусмотрены запасные обогреватели. Их количества и мощности должно хватать для того, чтобы работа на производстве не прекратилась. Масляные обогреватели нагреваются до температуры 110-150 градусов, поэтому довольно быстро способны отопить помещение. На время отсутствия сотрудников можно выставить на термостате температуру 10-15 градусов, и не бояться, что они замерзнут, придя на работу

Чрезвычайные ситуации, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными. Но случаются взрывы и в действительности.

Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположении помещений и оборудования в помещениях, системах охраны, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица раз в полгода проводят тренировки по отработке действий на случай экстренной эвакуации.

#### **5.4.2 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении исследований и обоснование мероприятий по предотвращению ЧС**

При проведении исследований наиболее вероятной ЧС является возникновение пожара.

Для успешного проведения противопожарной профилактики на предприятиях важно знать основные причины пожаров. На основе статистических данных можно сделать вывод, что основными причинами пожаров на производстве являются:

- неосторожное обращение с огнем;
- неудовлетворительное состояние электротехнических устройств и нарушения, правил их монтажа и эксплуатации;
- нарушение режимов технологических процессов;
- неисправность отопительных приборов столько нарушение правил их;
- невыполнение требований нормативных документов по вопросам пожарной безопасности.

Степень огнестойкости зданий принимается в зависимости от их назначения, категории по взрывопожарной и пожарной опасности, по этажности,

площади этажа в пределах пожарного отсека согласно НАПБ Б.03.002 -2007 [32].

Цех, в котором находится сварочный участок по пожарной опасности строительных конструкций относится к категории А (Взрыво - опасная), поскольку здесь присутствуют горючие вещества (газы: ацетилен, пропан - бутан) и взрывоопасные вещества (газовые баллоны), что при взаимодействии с огнем или пылью взрываются (таблица 22).

Таблица 22 – Классификация пожаров и рекомендуемые огнетушащие вещества ГОСТ 27331-87 [33]

класс пожара	Характеристика горючего среды или горящего объекта	Рекомендуемые огнетушащие вещества
С	Горючие газы (водород, ацетилен, углеводороды и др.)	Газовые составляющие: инертные разбавители (азот, углекислый газ), галоген - углеводводни, порошки, вода (для охлаждения)

Применяются огнетушители:

- углекислотные огнетушители ОУ-1 – 5 шт;
- пенные огнетушители ОВП-4 – 3 шт;
- порошковые огнетушители ОП-3(з) – 3 шт.

Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен быть «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения очага возгорания и указывающий места расположения пожарной техники. С целью предотвращения пожаров необходимо:

1. Уходя из помещения проверить отключения всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети.

2. Курить только в отведенных для курения местах.

3. В случае возникновения пожара приступить к его тушению имеющимися средствами, эвакуироваться и вызвать по телефону «01» или «101» с сотового телефона.

Сотрудники должны быть ознакомлены с планом эвакуации людей и материальных ценностей при пожаре. План эвакуации должен находиться в каждом помещении и на каждом этаже лестничной площадке.

В ходе работы был проведен анализ производства на предмет выявления вредных и опасных факторов на сварочном участке. Предложены мероприятия по их предотвращению и ликвидации в случае возникновения.

Проанализированы правовые и организационные документы нормирующие сборочно-сварочные работы.

Предложены коллективные и индивидуальные меры защиты от электрического тока.

Основным источником освещения является крыша цеха с расположенным на ней фонарем.

В качестве средств борьбы с шумом предложено использование противозумных наушников.

Помещения, в которых проходит ручная дуговая сварка оснащены приточно - вытяжной вентиляцией не менее с трехкратным обменом.

Рассмотрена необходимость утилизации отходов лома металлов и промышленного мусора посредством размещения на территории цеха контейнеров и урн. Для улавливания сварочных аэрозолей назначен вентилятор радиальный FUK-2700 SP с двигателем типа АИР 80В2У3, мощностью 2,2 кВт.

В качестве проведения мер противопожарной профилактики приняты три вида огнетушителей: углекислотные огнетушители ОУ-1; пенные огнетушители ОВП-4; порошковые огнетушители ОП-3(з).



## **Заключение**

В результате выполнения ВКР была разработана технология сборки и сварки колонны промышленного здания.

Для решения поставленной задачи были подобраны сварочные материалы, рассчитаны режимы сварки и произведен выбор сварочного оборудования.

Разработан комплект технологической документации на изготовление колонны промышленного здания.

Проведен технико–экономический анализ разработки технологии сборки и сварки колонны

В результате проведенного SWOT-анализа были рассмотрены сильные и слабые стороны проекта, а реальных угроз, которые могут помешать реализации проекта выявлено не было, также возможности открывают хорошие перспективы для применения разработки в промышленности.

Сделан расчет бюджета научного исследования в который вошли расходы на материалы и оборудование, а также сумма заработной платы участников проекта. Итоговый бюджет проекта составляет 351686,5 руб.

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

## Список используемых источников

1. Колотов О.В. Металлические конструкции: учебное пособие. / О.В. Колотов.– Н. Новгород: ННГАСУ, 2010. – 100 с. ISBN
2. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. Учеб.пособие для студентов строительных специальностей. – М.: «Архитектура-С». 2005. 168 с., ил.
- 3 ГОСТ 8240-97 Швеллеры стальные горячекатаные. Сортамент (с Изменением N 1).
- 4 ГОСТ 19903-90
5. Акулов А.И., Бельчук Г.А. и Демянцевич Е.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. М., «Машиностроение», 1977. 432с. с ил.
6. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А. Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1978 - - Т.3/ Под ред. Н.А. Ольшанского. 1978. 504с., ил.
7. Сварка в машиностроении: Справочник. В 4-х т./Ред. С 24 кол.: Г.А. Николаева (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1979 - - Т.4/ Под ред. Н.Ю Зорина. 1979. 567с., ил.
8. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.
9. ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.
10. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1,2,3).
11. Расчёт режимов дуговой сварки. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Изд-во Томского политехнического университета, 2008 - 41 с.
12. Интернет-источник: <https://www.welding-russia.ru>
13. ГОСТ 19903-74 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент (с Изменениями N 1-6).

14. Интернет источник: <https://plazma-stanok.ru>
15. Интернет источник: <http://www.energostan.ru>
16. СНиП III-18-75 (с изм. 1978, 1985, 2 1995) Металлические конструкции
17. Интернет источник: <https://group17.ru>
18. Правила устройства электроустановок ПУЭ (утв. МинэнергоРоссии) (7-ое издание).
19. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* (с Изменением N 1).
20. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (Переиздание).
21. СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы.
22. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).
23. ГОСТ 12.1.019–2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
24. ГОСТ 12.1.010-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Взрывобезопасность. Общие требования (с Изменением N 1).
25. СанПиН 3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах.
26. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий, 2003.
28. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений, 1996.

29. ГОСТ 30494-2011 Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях, 2011.

30 ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ «Средства и методы защиты от шума».

31. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1).

32. ГОСТ 12.4.011-87 (СТ СЭВ 1086-78) Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты работающих. Общие требования и классификация.

33. ГОСТ 27331-87 Пожарная техника. Классификация пожаров.

**Приложение А**  
**(обязательное)**  
**Комплект технологической документации**

**Приложение Б**  
**(обязательное)**  
**Комплект чертежей**

Оглавление

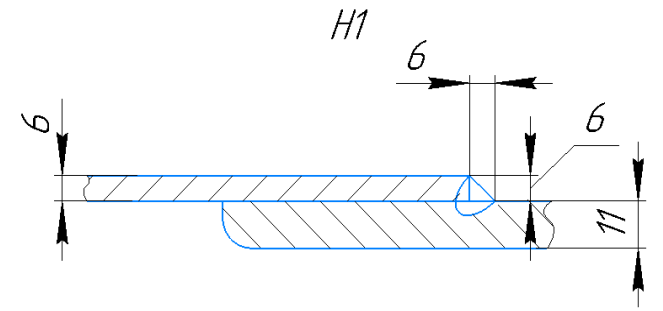
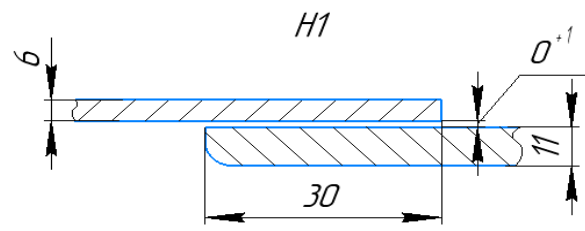
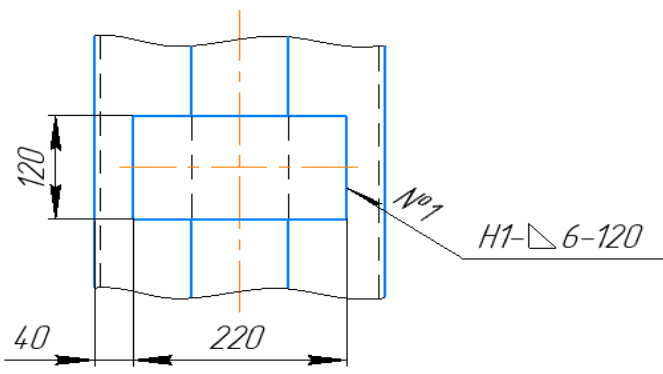
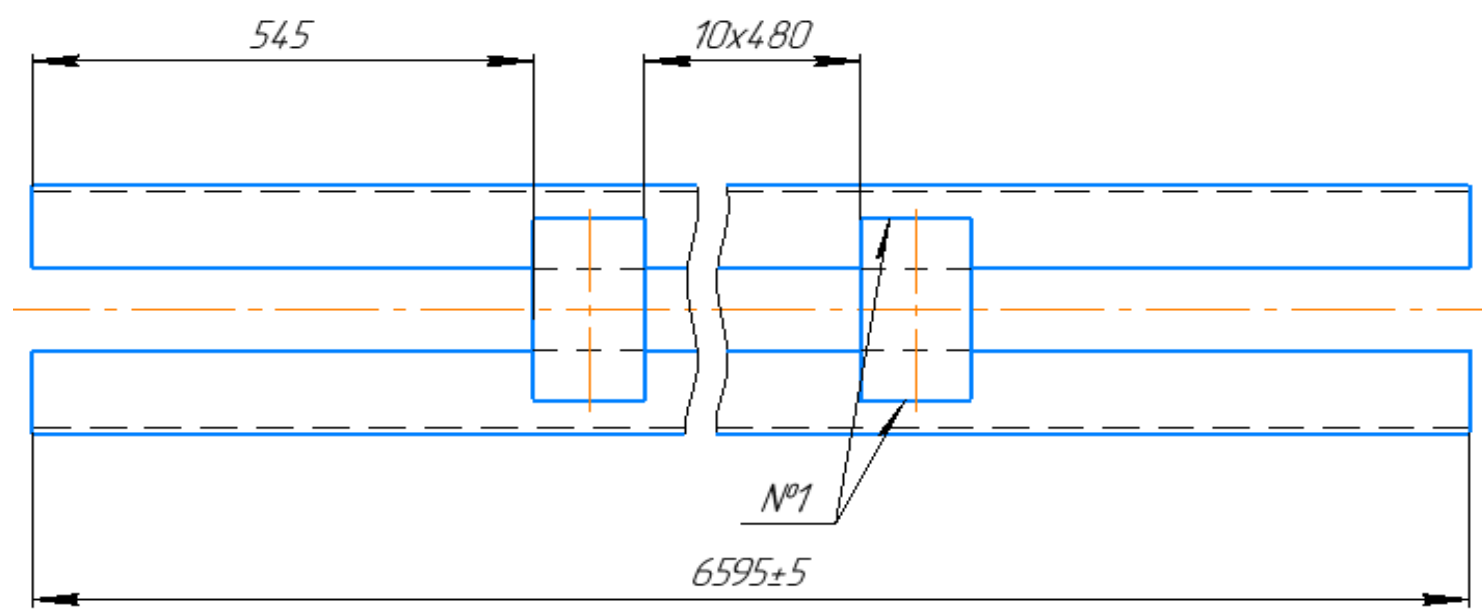
ФЮРА.000001.001 СБ Колонна промышленного здания

чертеж А2

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

							ФЮРА 02190.00007	4	1	
Разраб.	Трубин М.А.			НИ ТПУ ИнЭО	ФЮРА 044641.00001		ФЮРА 20190.0001			
Пров.	Гордынец А.С.			Группа 3-1В61						
Н.контр.	Першина А.А.			Технология сборки и сварки колонны				у		







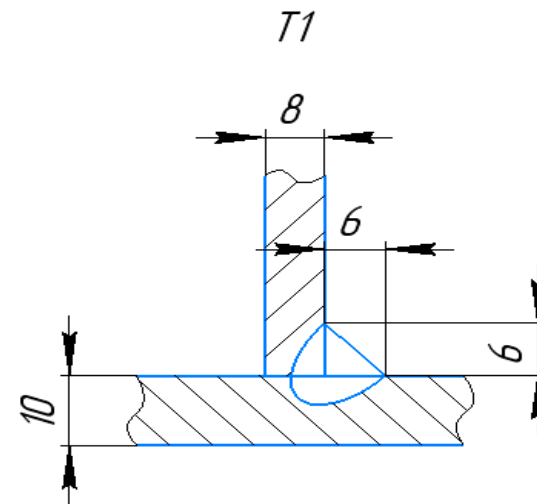
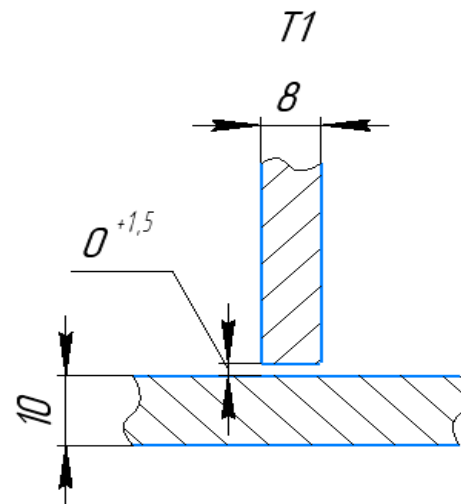
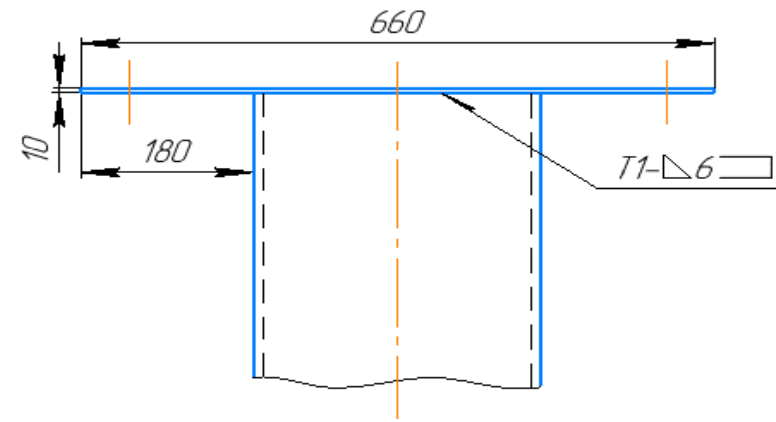
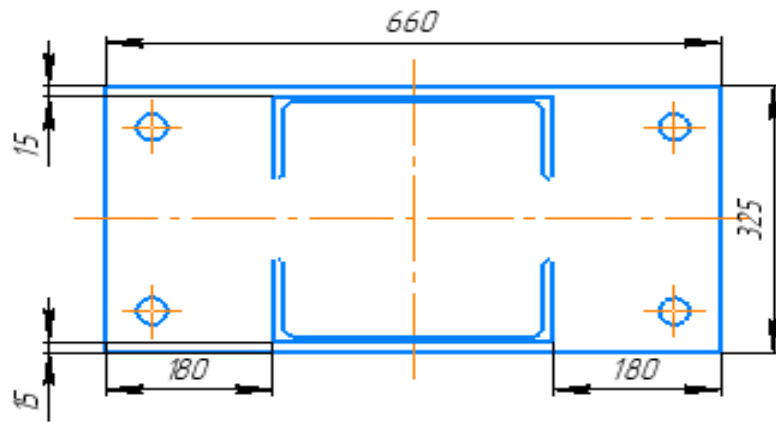
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ФЮРА 02190.00007

3

ФЮРА 20190.0003



КЭ

Карта эскизов

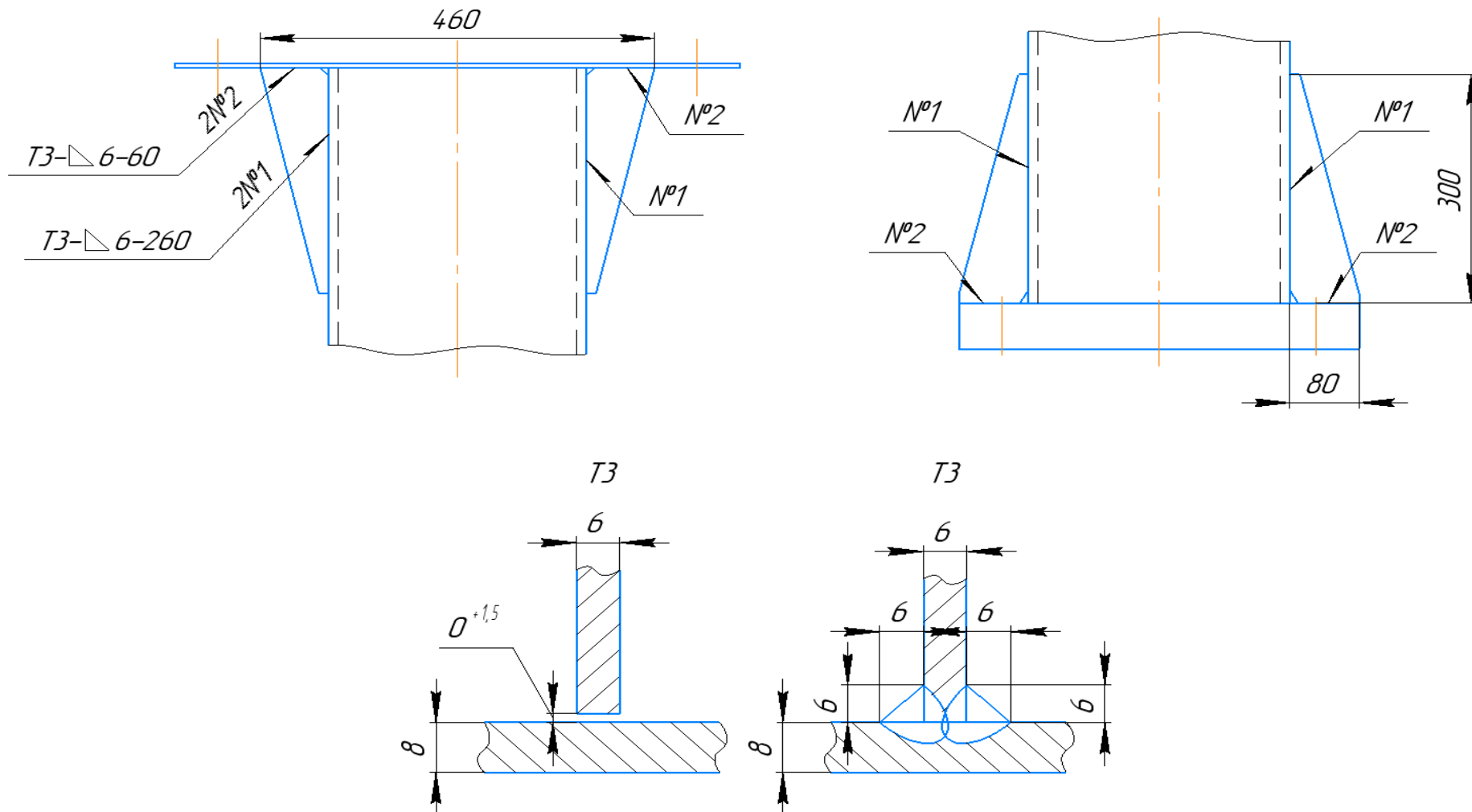
Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ФЮРА 02190.00007

4

ФЮРА 20190.0004



КЭ

Карта эскизов

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.00007

5 1

Разраб.	Трубин М.А.			НИ ТПУ ИнЭО Группа 3-1В61	ФЮРА 044641.00001		ФЮРА.10190.00001
Руковод.	Гордынец А.С.						

Н.контр.	Першина А.А.			Технология сборки и сварки колонны				у		
----------	--------------	--	--	------------------------------------	--	--	--	---	--	--

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа											
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A01	1	1	1	040	Сборка стержня колонны и планок	ГОСТ 14771-76											
Б02	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	18466	4	1	2							
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002											
M04	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85											
O05	1. Собрать стержень колонны и планки, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0001																
O06	2. Сделать 2 прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм катетом 3 мм с каждой стороны планки																
P07	Н						20-22 В	150-170 А		8-10 л/ч							
T08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																
A09	1	1	1	045	Сварка стержня колонны и планок	ГОСТ 14771-76											
Б10	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	19905	5	1	2							
M11	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002											
M12	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85											
O13	1. Сварить стержень колонны и планки механизированной сваркой в среде углекислого газа катетом 6 мм, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0001																
P14	Н						27-28 В	230-250 А		8-10 л/ч							
T15	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																
МК																	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

ФЮРА.02190.00007

2

ФЮРА.10190.00002

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа											
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.	
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.	
A01	1	1	1	050	Сборка базы со стержнем колонны	ГОСТ 14771-76											
Б02	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	18466	4	1	2							
M03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002											
M04	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85											
O05	1. Собрать базу со стержнем колонны, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002																
O06	2. Сделать прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов катетом 5 мм длиной 20-30 мм с шагом 100-150 мм																
P07	Н						23-25 В	180-200 А		8-10 л/ч							
T08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																
A09	1	1	1	055	Сварка базы со стержнем колонны	ГОСТ 14771-76											
Б10	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	19905	5	1	2							
M11	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002											
M12	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85											
O13	1. Сварить базу со стержнем колонны механизированной сваркой в среде углекислого газа катетом шва 10 мм, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0002																
P14	Н						30-31 В	280-300 А		8-10 л/ч							
T15	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																
МК																	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

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

ФЮРА.02190.00007

3

ФЮРА.10190.00003

А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
А01	1	1	1	060	Сборка оголовка со стержнем колонны	ГОСТ 14771-76										
Б02	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	18466	4	1	2						
М03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
М04	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85										
О05	1. Собрать оголовок со стержнем колонны, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0003															
О06	2. Сделать прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм катетом шва 3 с шагом 100-150 мм															
Р07	Н						20-22 В	150-170 А		8-10 л/ч						
Т08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
А09	1	1	1	065	Сварка оголовка со стержнем колонны	ГОСТ 14771-76										
Б10	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	19905	5	1	2						
М11	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002										
М12	Сварочная проволока Св-08Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85										
О13	1. Сварить оголовок со стержнем колонны механизированной сваркой в среде углекислого газа катетом шва 6 мм, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0003															
Р14	Н						27-28 В	230-250 А		8-10 л/ч						
Т15	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.															
МК																

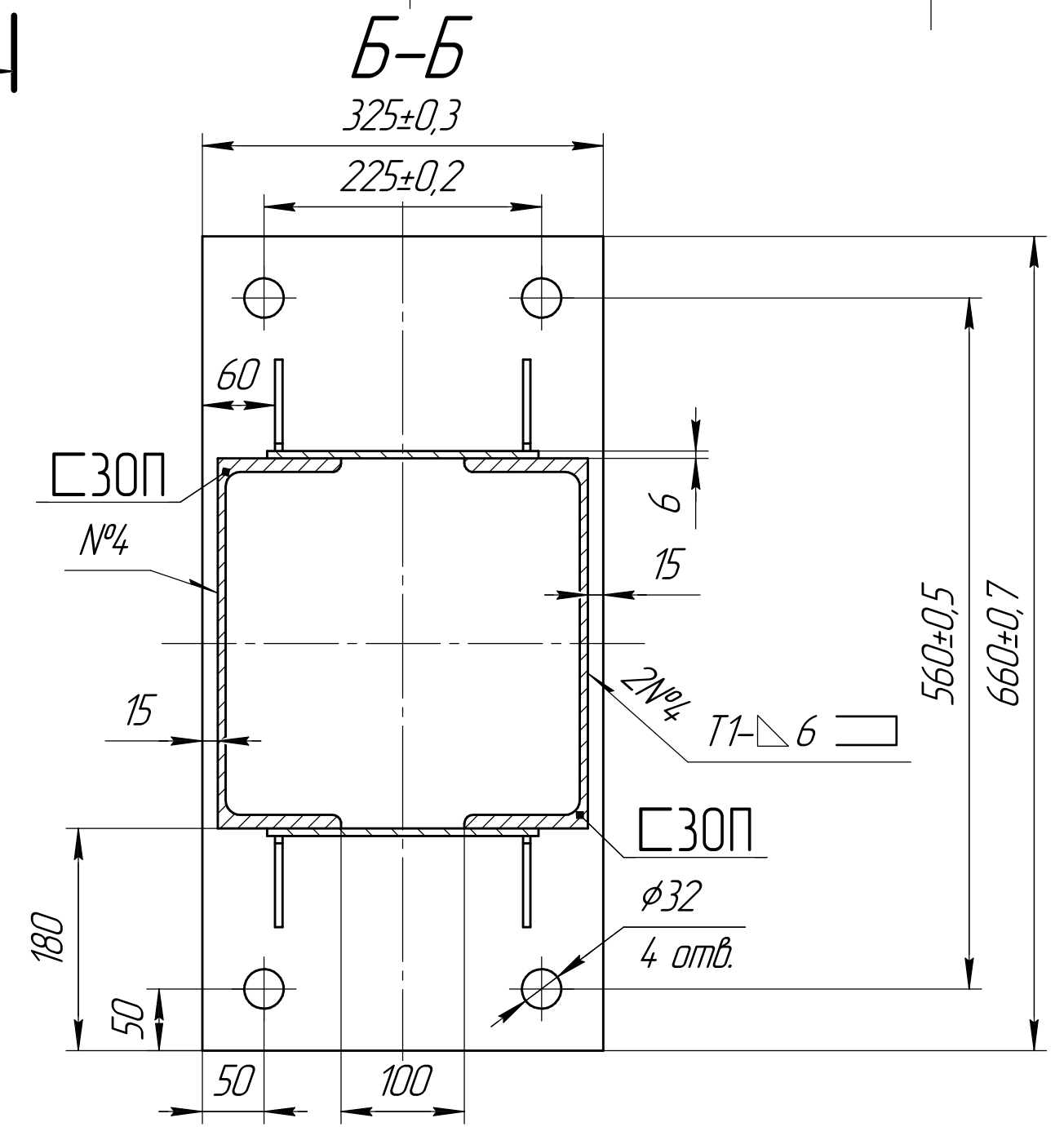
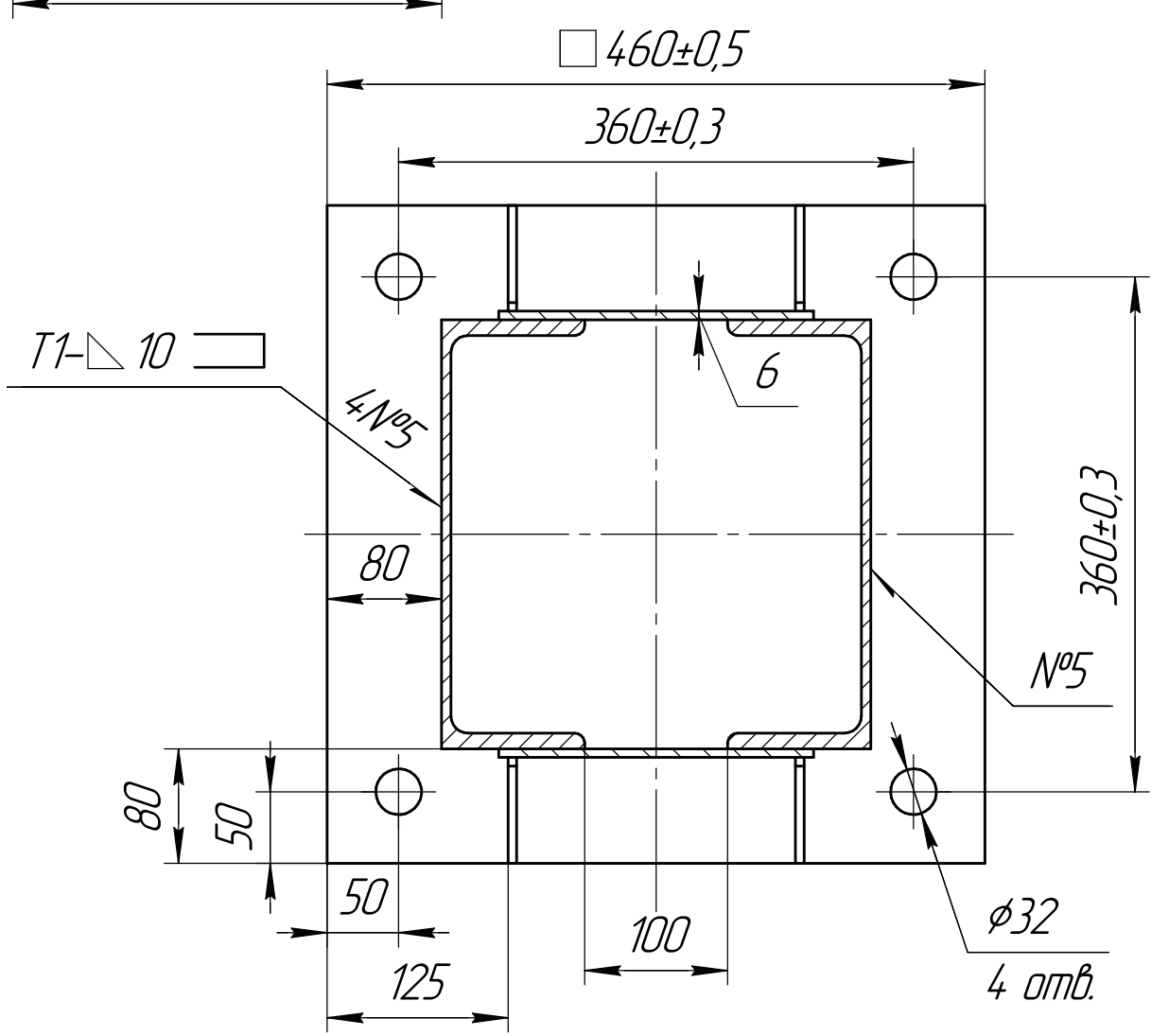
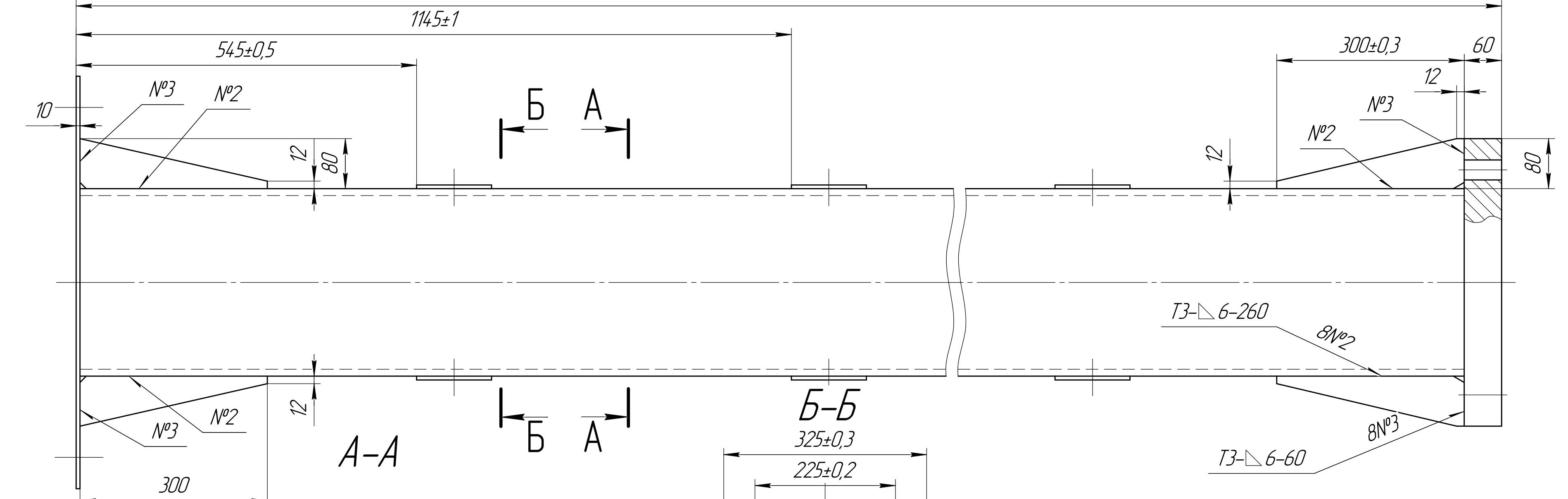
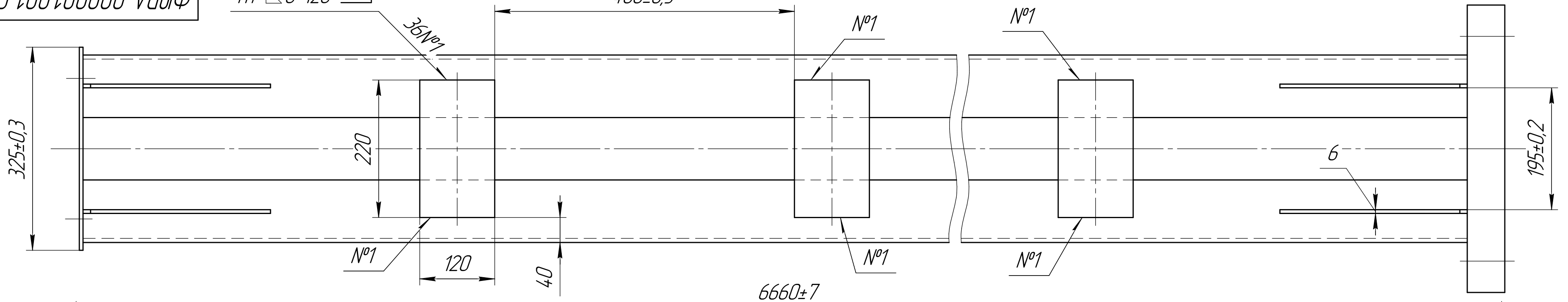
Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																ФЮРА.02190.00007		4		
																ФЮРА.10190.00004				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции					Обозначение документа										
Б	Код,наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.				
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала					Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
А01	1	1	1	060	Сборка ребер жесткости и колонны					ГОСТ 14771-76										
Б02	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	18466	4	1	2										
М03	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002														
М04	Сварочная проволока Св-09Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85														
О05	1. Собрать ребра жесткости с колонной, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004																			
О06	2. Сделать прихватки механизированной сваркой в среде защитных газов длиной 20-30 мм катетом шва 3 с шагом 100-150 мм																			
Р07	Н						20-22 В	150-170 А		8-10 л/ч										
Т08	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																			
А09	1	1	1	065	Сварка ребер жесткости					ГОСТ 14771-76										
Б10	Кран-балка, сварочный инвертор EWM Saturn 301 MIG/MAG					1	19905	5	1	2										
М11	Круги отрезные (толщина 1,6-2,0 мм) и абразивные (толщины 4-6 мм)					ГОСТ 21963-2002														
М12	Сварочная проволока Св-09Г2С Ø1,2 мм, углекислый газ высший сорт					ГОСТ 2246-70, ГОСТ 8050-85														
О13	1. Сварить ребра жесткости с колонной механизированной сваркой в среде углекислого газа катетом 6 мм, согласно карте эскизов ФЮРА.20190.0004																			
Р14	Н						27-28 В	230-250 А		8-10 л/ч										
Т15	Маска сварщика СИБРТЕХ ГОСТ Р 12.4.238-2007 89116, щетка металлическая, линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10 ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69.																			
МК																				

Дубл.																				
Взам.																				
Подл.																				
																ФЮРА.02190.00007	5			
																ФЮРА.10190.00005				
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код,наименование операции						Обозначение документа									
Б	Код,наименование оборудования						СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тпз	Тшт.			
К/М	Наименование детали,сб.единицы или материала						Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.				
A01	1	1	1	070	Контроль ВИК						ГОСТ 14771-76									
O02	1. Произвести визуальный контроль сварного соединения. Трещины недопустимы. Поры допускаются в количестве 2-3 шт диаметром не более 1 мм на расстоянии не менее 10 мм. Подрезы допустимы с глубиной до 0,2 мм. Натёки зачистить. Проверить соответствие геометрических размеров сварных швов согласно ГОСТ 14771-76. Проверить ширину шва, высоту усиления.																			
T03	Линейка измерительная металлическая линейка-300 ГОСТ 427-75, лупа измерительная ЛИП-3-10х ГОСТ 25706-83, УШС 3 ГОСТ 15150-69, щетка стальная.																			
A04	1	1	1	075	Контроль УЗК						ГОСТ Р 55724-2013									
Б05	Ультразвуковой дефектоскоп СКАРУЧ+						1	11830	6	1	2									
O06	1. Проверить сварные швы УЗК. Объем проверки 100%.																			
T07																				
A08																				
Б09																				
M10																				
M11																				
O12																				
T13																				
14																				
МК																				

ФЮРА 000001.001 СБ

H1-△ 6-120

480±0,5



Технические требования:  
1. Сварка по ГОСТ 14.771-76 проволокой Св-08Г2С

				<b>ФЮРА 000001.001 СБ</b>				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колонна промышленного здания	Лит.	Масса	Масштаб
					Сборочный чертеж			1:5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	НИ ТПУ ИнЭО	Лист	Листов	1
					Группа 3-1В61			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Формат			A2
					Копировал			

Перв. примен.  
Справ. №  
Изм. №  
Взам. инв. №  
Изм. №  
Подп. и дата  
Изм. №  
Подп. и дата