

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технология изготовления сварной стропильной фермы

УДК 621.791.754.4`264-78.692.42

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Тишин Алексей Александрович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина Анна Александровна	К.Т.Н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ ИШНКБ	Дегтерев Александр Сергеевич	К.Т.Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	К.Э.Н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Тишину Алексею Александровичу

Тема работы:

Технология изготовления сварной стропильной фермы	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	12.03.2019 г., №3694/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	
--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т.д.).</i>	Технология изготовления сварной стропильной фермы; профиль сечения стержней – труба квадратного сечения, материал конструкции – сталь Ст3сп.
--	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	1. Описание конструкции 2. Выбор способа сварки 3. Выбор сварочного оборудования и материалов 4. Расчет режимов сварки 5. Расчет расхода сварочных материалов 6. Прогнозирование химического состава наплавленного металла 7. Технология сборки и сварки конструкции 8. Контроль качества сварных соединений 9. Социальная ответственность 10. Финансовый менеджмент 11. Заключение по работе
Перечень графического материала	1. Титульный лист 2. Эскизы узлов конструкции, заготовок 3. Спецификация 4. Чертеж общего вида отправочной марки стропильной фермы 5. Карта эскизов комплекта технологической документации
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Основная часть	Дегтерев Александр Сергеевич
Финансовый менеджмент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭИ ИШНКБ	Першина А.А.	к.т.н.		
Ассистент ОЭИ ИШНКБ	Дегтерев А.С.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Тишин Алексей Александрович		

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
 Уровень образования Бакалавриат
 Период выполнения весенний семестр 2018 /2019 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
19.04.2019 г.	Описание конструкции	10
23.04.2019 г.	Выбор способа сварки	10
27.04.2019 г.	Выбор сварочного оборудования и материалов	10
30.04.2019 г.	Расчет расхода сварочных материалов	10
04.05.2019 г.	Прогнозирование химического состава наплавленного металла	10
08.05.2019 г.	Технология сборки и сварки конструкции	10
11.05.2019 г.	Контроль качества сварных соединений	10
16.05.2019 г.	Социальная ответственность	10
18.05.2019 г.	Финансовый менеджмент	10

СОСТАВИЛ: Руководитель ВКР

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

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОЭИ ИШНКБ	Дегтерев А.С.	к.т.н.		

СОГЛАСОВАНО: Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Тишину Алексею Александровичу

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

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования.	<i>Объектом исследования является технология изготовления треугольной стропильной раскосно-нисходящей фермы; профиль стержней – труба квадратного сечения, материал конструкции – сталь Ст3сп; планируемое место внедрения разрабатываемой технологии – АО «Сибстальконструкция», г. Томск</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	<i>Специальные правовые нормы трудового законодательства и организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</i>
2 Производственная безопасность	<i>Произвести анализ потенциальных вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве по сборке и сварке металлоконструкции, а также разработать план мероприятий по их снижению:</i> – повышенный уровень шума на рабочем месте; – неудовлетворительные микроклимат и воздушная среда рабочего участка; – электробезопасность; – ультрафиолетовое облучение; – неудовлетворительный уровень освещенности рабочего участка.

3 Экологическая безопасность	Применимые мероприятия по защите окружающей среды: – Анализ воздействия объекта на атмосферу, литосферу и гидросферу (отходы, утилизация остаточного заготовительного материала, отработанных сварочных материалов); – методы обеспечения экологической безопасности.
4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий; – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД, ШБИП	Гуляев Милий Всеволодович			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Тишин Алексей Александрович		

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-1В41	Тишину Алексею Александровичу

Институт	ИШНКБ	Отделение	ОЭИ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.01.03 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. Стоимость ресурсов проекта: – материально-технических; – энергетических	Прейскуранты
Перечень вопросов, подлежащих разработке:	
1. Оценка коммерческого потенциала	Потенциальные потребители результатов
2. Расчет себестоимости проектируемого проекта	Себестоимость включает: - материальные затраты; - электроэнергия; - заработная плата - отчисления во внебюджетные фонды; - накладные расходы
3. Анализ потенциальных рисков	Разработка мер по управлению рисков
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	11.03.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		11.03.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-1В41	Тишин Алексей Александрович		11.03.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит 139 листов, 22 таблицы и 16 иллюстраций и состоит из 10 составных частей.

Ключевые слова: стропильная ферма, механизированная сварка, углекислый газ, расчет режима сварки, сталь углеродистая, источник питания.

Объектом изучения является технология сборки и сварки стального перекрытия промышленного здания.

Цель работы – разработка комплекта технологической документации на процессы сборки и механизированной сварки плавящимся электродом в среде углекислого газа отправочной марки стропильной фермы.

Процесс разработки комплекта технологической документации включает в себя изучение нормативно-технической документации, чтение чертежей и научной литературы.

Результатом работы является технология сварки, которая позволит обеспечить качество, эффективность и безопасность труда.

Надежность изделия обеспечивается соблюдением технологии сварки.

Степень внедрения: внедрение конструкции в производство рекомендуется после калибровки расчетов с учетом конструктивных коэффициентов, коэффициентов условий работы, надежности, а также прочих параметров, учитывающих условия окружающей среды в месте эксплуатации конструкции.

Область применения: субъект ВКР является необходимой технологической частью несущей конструкции кровли промышленных крупногабаритных зданий, таких как производственные, подсобно-производственные, энергетические и складские промышленные здания.

Описываемый в данной работе способ получения неразъемных соединений является экономически целесообразным и эффективным за счет универсальности и высокой степени распространения в машиностроительном производстве.

Обозначения и сокращения

Настоящая работа содержит следующие обозначения и сокращения:

ВКР – выпускная квалификационная работа;

КТД – комплект технологической документации;

РДС – ручная дуговая сварка;

МП – механизированная сварка плавящимся электродом в среде защитного газа;

ИП – источник питания;

СО₂ – углекислый газ;

УФ – ультрафиолетовое излучение;

Содержание

Введение	13
1 Описание конструкции	15
1.1 Условия эксплуатации и габариты конструкции.....	15
1.2 Общая характеристика и назначение конструкции	17
1.2.1 Характеристика стержней поясов и решетки стропильной фермы	17
1.2.2 Характеристика узлов стропильной фермы.....	22
1.3 Химический состав и свойства основного материала	23
1.4 Специальные требования, предъявляемые к сварным соединениям	24
1.5 Оценка свариваемости	24
2 Выбор способа сварки.....	25
3 Выбор сварочного оборудования и материалов	27
3.1 Выбор источника питания сварочной дуги.....	27
3.2 Выбор защитного газа	28
3.3 Выбор сварочной проволоки	30
4 Расчет параметров режима сварки	31
4.1 Определение площади поперечного сечения шва	31
4.2 Определение величины сварочного тока	31
4.3 Определение напряжения дуги.....	33
4.4 Определение коэффициента формы провара.....	34
4.5 Определение скорости перемещения сварочной дуги	35
4.6 Определение скорости подачи электродной проволоки	36
4.7 Определение геометрических параметров шва	37
4.8 Определение мгновенной скорости охлаждения металла шва	39
5 Расчет расхода основного и сварочных материалов	40

5.1 Расчет расхода основного материала	40
5.2 Расчет расхода сварочной проволоки	42
5.3 Расчет расхода защитного газа	45
6 Прогнозируемый химический состав сварного соединения.....	46
7 Технология сборки и сварки конструкции	48
7.1 Подготовка свариваемых кромок. Зачистка и обезжиривание	51
7.2 Подготовка сварочных материалов	52
7.3 Методы по снижению сварочных деформаций	53
8 Контроль качества сварных соединений.....	54
9 Социальная ответственность	56
9.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	56
9.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	56
9.2 Производственная безопасность	57
9.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при проведении электросварочных работ на производстве	57
9.2.2 Разработка и анализ мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	58
9.2.2.1 Производственный шум рабочего участка.....	59
9.2.2.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция на рабочем месте	60
9.2.2.3 Поражение электрическим током и УФ излучением.....	61
9.2.2.4 Освещенность рабочего участка производства	64
9.3 Экологическая безопасность	65
9.3.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду	65
9.3.2 Применяемые мероприятия по защите окружающей среды.....	65
9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	66

9.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве	66
9.4.2 Применяемые мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	67
10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .	69
10.1 Расчет себестоимости продукции.....	69
10.2.1 Материальные затраты	69
10.2.1.1 Затраты на основной конструкционный материал	70
10.2.1.2 Затраты на основной сварочный материал	71
10.2.1.3 Затраты на вспомогательный материал.....	72
10.2.2 Затраты на технологическую электроэнергию	72
10.2.3 Расходы на оплату труда основных рабочих	73
10.2.4 Определение страховых взносов	74
10.2.5 Накладные расходы	74
10.3 Определение цены продукта и прибыли от реализации	75
10.4 Анализ потенциальных рисков	76
Заключение	78
Список используемых источников.....	79
Приложение А Чертеж общего вида отпращоной марки фермы	83
Приложение Б Спецификация	85
Приложение В Комплект технологической докуменации	87

Введение

Согласно статистике, предоставленной веб-ресурсом «Федеральная служба государственной статистики. Раздел Строительство» [1], в Российской Федерации в течение двух десятилетий происходил положительный рост ввода в действие производственных мощностей. В частности, такими мощностями могут являться «склады механизированные, для хранения минеральных удобрений, ядохимикатов и микробиологических средств», «фабрики углеобогадательные», «птицефабрики», «зерносеменовохранилища» и прочие. В качестве примера можно привести данные, принятые из этого источника, показывающие, что за период 2017 и 2018-го годов суммарный объем единовременного хранения складов механизированных для хранения средств составил 21,1 тысяч тонн в год, что примерно в три раза выше, чем в период любых двух других смежных годов, начиная с 2000-го года. Аналогичному сравнению с тем же результатом можно подвергнуть и другие производственные мощности. Из этого утверждения можно сделать два вывода. Первый вывод – машиностроительная и производственная промышленность в РФ развивается. Второй – большинство введенных в эксплуатацию мощностей являются промышленными производственными зданиями. В связи с этим можно заключить, что в настоящее время возникает потребность в увеличении объемов и производительности строительства промышленных зданий, и улучшении качества конструкций, их составляющих.

Неотъемлемой частью перекрытия промышленного здания служат сварные стропильные фермы. Тот факт, что сварные фермы являются ответственными конструкциями, подразумевает наличие повышенных требований к их качеству. Эти требования учитываются на этапах проектирования, изготовления и монтажа перекрытия. Как правило, процесс изготовления элементов перекрытия носит мелкосерийный характер.

Появляется необходимость в разработке комплекта технологической документации, описывающего технологию сборки и сварки отправочной марки фермы.

На основании вышесказанного, целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса сборки и сварки отправочной марки стропильной фермы.

Для достижения поставленной цели необходимо решить **ряд задач:**

- исходя из геометрических параметров соединяемых элементов и их материала, выбрать способ сварки, обеспечивающий высокое качество швов и производительность процесса;
- осуществить выбор сварочного материала и оборудования;
- выполнить расчет количества основного и сварочного материалов, необходимых для изготовления всего перекрытия;
- определить последовательность наложения сварных швов отправочной марки;
- разработать комплект технологической документации на сборку и сварку стропильной фермы.

1 Описание конструкции

1.1 Условия эксплуатации и габариты конструкции

Сварная стропильная ферма является неотъемлемой частью промышленного здания. Условия эксплуатации фермы представляет собой окружающую среду внутреннего помещения этого здания. Следовательно, конструкция стропильной фермы классифицируется как воспринимающая постоянные и временные нагрузки и воздействия, эксплуатируемая в неагрессивной среде отапливаемого помещения [2], [3].

Отправочная марка фермы разработана по исходным данным, приведенным в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные проектирования отправочной марки стропильной фермы

Характеристика	Исходные данные
Место строительства	г. Северск
Размеры здания, м	24x90x24
Очертание поясов фермы	Треугольное
Тип решетки	Раскосная нисходящая
Наименование проката поясов	Труба квадратного сечения
Наименование проката решетки	Труба квадратного сечения
Тип кровли	Теплая прогонная

Отправочная марка спроектированной стропильной фермы представляет собой прямоугольный треугольник, состоящий из поясов 1 и 2, а также решетки, состоящей из раскосов 3 и стоек 4 (Рисунок 1). Длина панели нижнего пояса d_n равна 3 м. Длина панели верхнего пояса d_v равна 3,092 м. Высота в пролете h равна 3 м. Уклон верхнего пояса фермы равен 1:4.

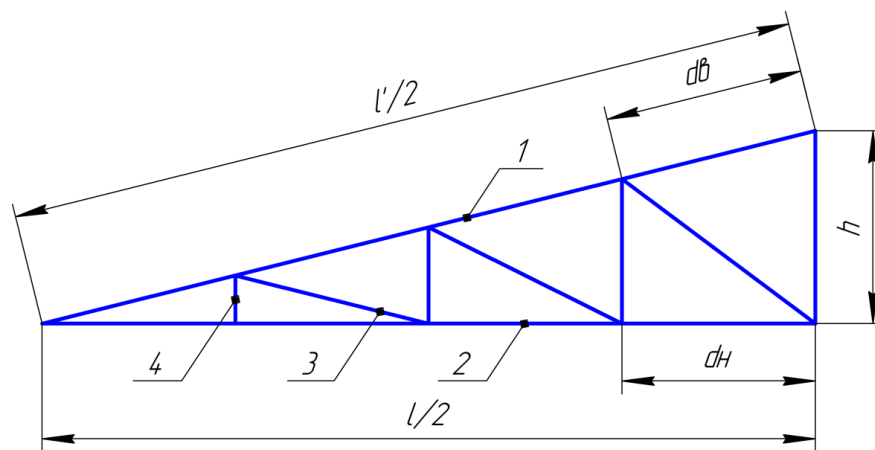


Рисунок 1 – Отправочная марка фермы

Последовательная расстановка собранных на монтаже отправочных марок фермы в ряд с определенным шагом, с установкой их опорных узлов на колонны представляет собой план перекрытия промышленного здания. На рисунке (Рисунок 2) представлен план перекрытия спроектированного промышленного здания, с указанием габаритных размеров, размеров расстояния шага колонн и расположения поперечного температурного шва.

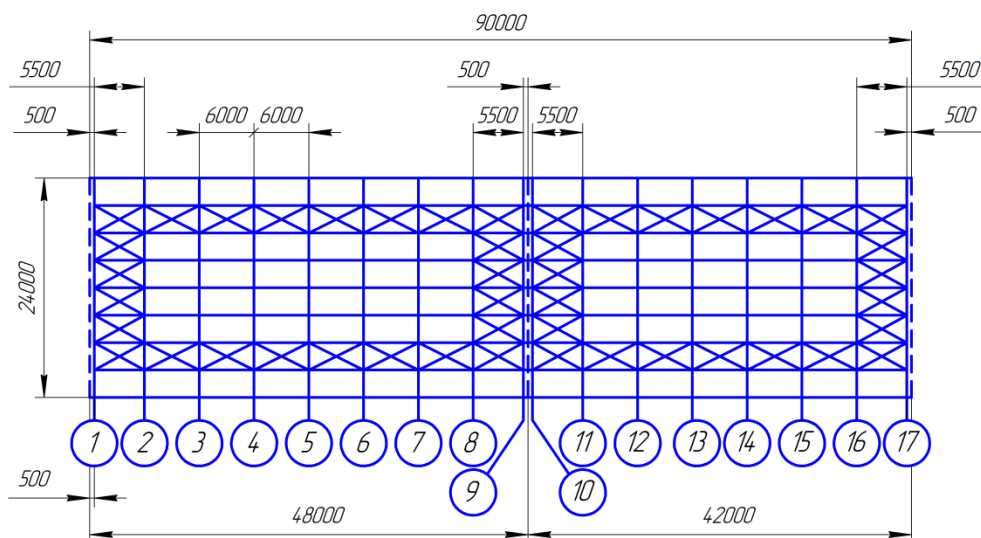


Рисунок 2 – План перекрытия здания

Согласно плану перекрытия, количество отправочных марок, необходимое для осуществления перекрытия здания размером 24х90х24 м составляет 34 единицы. Данные сведения необходимы при расчете количества расходуемого основного и сварочного материалов, требуемых как на изготовление одной отправочной марки фермы, так и на перекрытие промышленного здания в целом.

1.2 Общая характеристика и назначение конструкции

Стальное перекрытие современного одноэтажного промышленного здания представляет собой пространственную систему, скомпонованную из многих элементов. Иными словами, фермы образуются из прямолинейных стержней, соединённых в узлах в геометрически неизменяемую систему, к которой нагрузка прикладывается только в узлах. Стропильная ферма выступает в роли каркаса, на который передается нагрузка от кровельной системы на стены здания и фундамент, а также являющийся опорой для кровли [4].

1.2.1 Характеристика стержней поясов и решетки стропильной фермы

Подбор сечения сжатых стержней фермы выполнен с определения требуемой площади по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \frac{N}{\varphi \cdot R \cdot m}, \quad (1)$$

где N – расчетное усилие стержня;

R – расчетное сопротивление стали;

m – коэффициент условия работы;

φ – коэффициент продольного изгиба;

Требуемая площадь сечения растянутых стержней находилась по формуле:

$$F_{\text{тр}} = \frac{N}{R}, \quad (2)$$

В качестве элементов перекрытия промышленного здания принято использовать сварные стропильные фермы, состоящие их стержней уголкового профиля. При этом в качестве стержней поясов и решетки фермы используется пара уголков. Однако не исключено применение стержней с другим типом профиля.

В качестве профиля стержней спроектированной стропильной фермы была выбран профиль трубы квадратного сечения. В качестве обоснования выбора приводятся следующие утверждения:

- конструкция фермы, состоящая из труб, имеет относительно небольшой вес, за счет наличия полости внутри сечения трубы;
- использование труб квадратного сечения более рационально, чем при использовании другого типа профиля, с точки зрения ресурсосбережения основного материала;
- труба квадратного сечения имеет способность одинаково сопротивляться продольному изгибу при сжатии в направлениях своих осей поперечного сечения профиля, как в направлении $x - x$ и направлении $y - y$ (Рисунок 5).

Для доказательства обоснования необходимо осуществить анализ и сравнение справочных величин сечения профилей по ГОСТ 8639-82 «Трубы стальные квадратные. Сортамент» [5] и ГОСТ 8509-93 «Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент» [6].

Расчетное значение требуемой площади сечения стержня для верхнего пояса фермы составляет $F_{\text{тр.п.}}^{\text{в.п.}} = 65 \text{ см}^2$. Соответственно, значение площади сечения профиля стержня F по [6] должно быть больше или равно расчетному требуемому значению.

Согласно ГОСТ 8509-93 сумма площадей пары уголков под номером №16 с толщиной полки $t = 11 \text{ мм}$ (Рисунок 3) обеспечит заданную расчетную площадь.

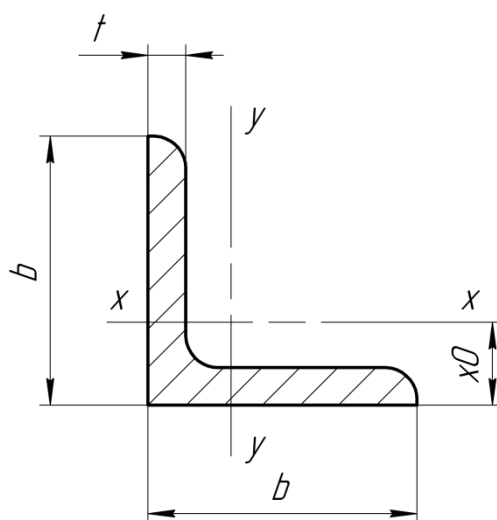


Рисунок 3 – Уголок равнополочный

Справочные величины выбранного уголка заносятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Справочные величины уголка равнополочного №16 по ГОСТ 8509-93

Номер уголка	b, мм	t, мм	F, см ²	x ₀ , см	I _x =I _y , см ⁴	W _x =W _y , см ³
16	160	11	34,42	4,35	844,21	72,44

Для пары уголков величина W_x является постоянной, однако значение величины W_y изменится.

Для нахождения осевого момента сопротивления сечения для пары уголков используется формула:

$$W_{y'} = \frac{J_{y'}}{y_{max}}, \quad (3)$$

где W_{y'} – осевой момент сопротивления пары уголков, см³;

J_{y'} – осевой момент инерции пары уголков относительно дополнительной оси y' – y' (Рисунок 4), см⁴;

y_{max} – расстояние от дополнительной оси до крайней точки профиля в направлении плоскости, перпендикулярном этой оси (Рисунок 4), см.

Осевой момент инерции геометрической фигуры относительно дополнительной оси определяется по формуле:

$$J_{y'} = 2 \cdot (J_y + F \cdot c^2) \quad (4)$$

где J_y – собственный момент инерции сечения фигуры, см⁴;

c – расстояние от дополнительной оси до оси собственного момента инерции сечения фигуры (Рисунок 4), см;

F – площадь сечения фигуры, см².

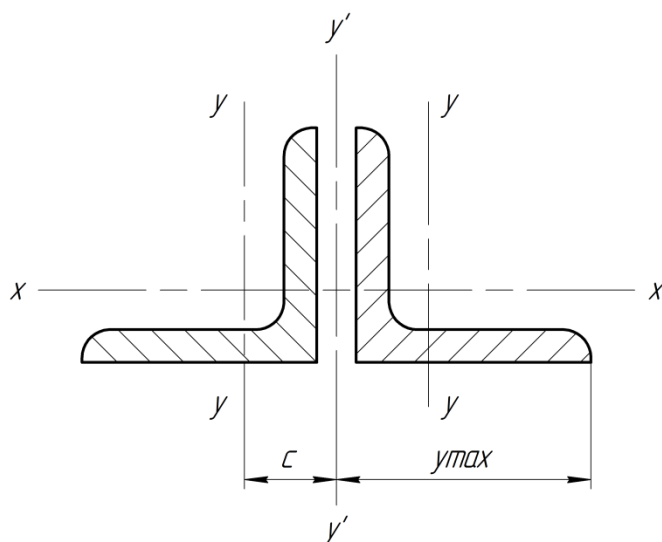


Рисунок 4 – Сечение пары уголков

$$W_{y'} = \frac{2 \cdot (844,21 + 34,42 \cdot (4,35 + 0,5)^2)}{(16 + 0,5)} = 200,46 \text{ см}^3.$$

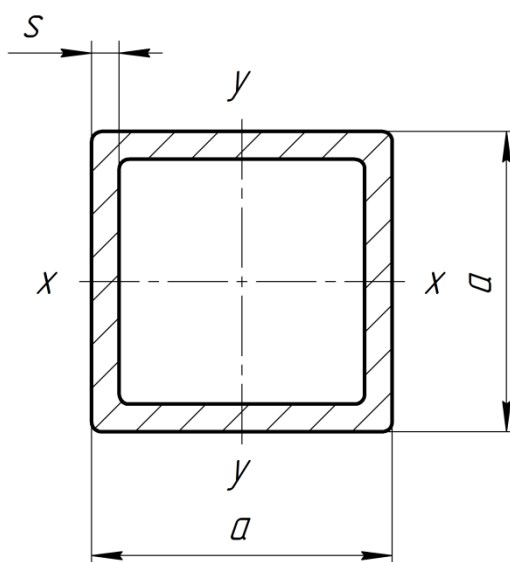


Рис 5 – Сечение квадратной трубы

Выбранным номером трубы по ГОСТ 8639-82 является №180. Справочные величины выбранного уголка заносятся в таблицу 3.

Таблица 3 – Справочные величины трубы квадратного сечения №180 по ГОСТ 8639-82

Номер трубы	a, мм	s, мм	F, см ²	I _x =I _y , см ⁴	W _x =W _y , см ³
180	180	10	66,28	3153,95	350,44

Данные расчетов и справочных величин профилей заносятся в таблицу 4.

Таблица 4 – Характеристики сечения профиля

Тип сечения	Характеристики проката				
	Толщина стенки/полки, мм	Площадь сечения, см ²	Момент сопротивления W_x , см ³ ~	Момент сопротивления W_y , см ³ ~	Масса 1 м, кг
Труба квадратного сечения №180 [5]	10	66,28	350,44	350,44	52,03
Уголок равнополочный №16 [6]	11	32,42	72,44	72,44	27,02
Пара уголков равнополочных №16 [6]	11	68,84	144,88	200,46	54,04

Как видно из таблицы 4, при практически равной площади и массе требуемого сечения профиля, значение осевого момента сопротивления пары уголков относительно оси $x - x$ меньше в два с половиной раза значения осевого момента сопротивления трубы квадратного сечения. Следовательно, стержни стропильной фермы, состоящей из труб, квадратного сечения будут лучше сопротивляться продольному изгибу при сжатии.

В результате расчетов и подбора требуемой площади сечения стрижней строится таблица:

Таблица 5 – Характеристики проката трубы квадратного сечения [5]

Расположение стержня в конструкции фермы	Условное обозначение	Толщина стенки, мм	Площадь сечения F , см ²
Верхний пояс	№180	10	66,28
Нижний пояс	№150	10	54,28
Раскосы	№80	9	24,17
Стойки	№60	8	15,54

1.2.2 Характеристика узлов стропильной фермы

Узел стальной фермы является местом сопряжения пересекающихся стержневых элементов поясов и решетки, нагружаемых осевыми усилиями, различными по величине и по знаку. По условиям работы такие узлы характеризуются достаточно сложным напряженным состоянием и, следовательно, являются наиболее слабыми местами всей конструкции в целом.

Существует ряд требований, предъявляемых к узлу фермы [7], [8] (Рисунок 6):

- минимальное расстояние между двумя ближайшими точками сопряженных стержней должно составлять не менее 40...50 мм;
- минимальное расстояние, на которое фасонка, соединяющая стержни в точке их пересечения, должна выступать от края стенки стержня должно составлять не менее 15...20 мм;
- длина сварных швов, соединяющих пояса, раскосы и стойки фермы с фасонкой должна равняться расчетной длине швов, но ее длина должна составлять не менее 60 мм.

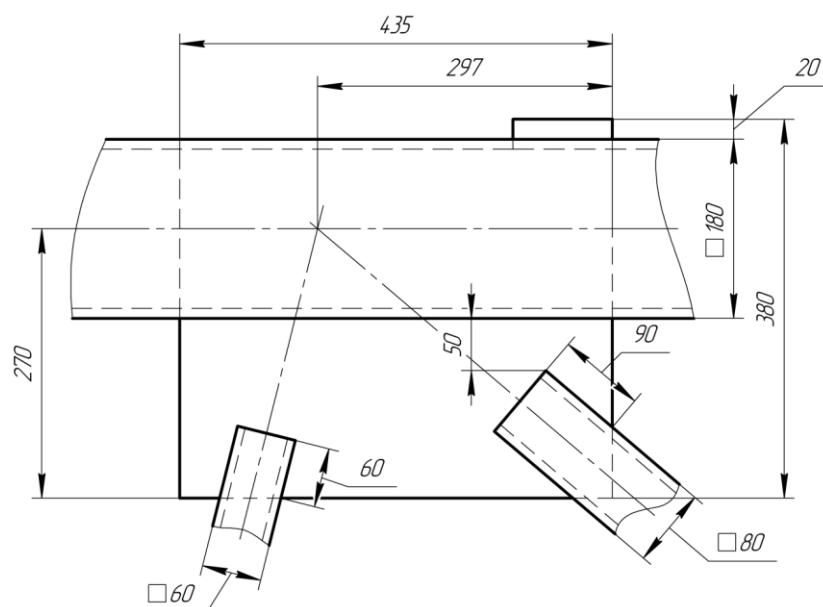


Рисунок 6 – Эскиз узла фермы

1.3 Химический состав и свойства основного материала

Наиболее распространенной классификацией сталей для строительных конструкций является классификация по уровню основных механических свойств в готовом прокате, главным образом по пределу текучести. В итоге в строительной сфере производства металлоконструкций применяется стальной прокат со значением предела текучести равным $\sigma_T = 220 \dots 900 \text{ Н/мм}^2$.

Требования к стали, из которой создается строительная конструкция, обусловлены необходимостью наличия повышенной эксплуатационной надежности и долговечности в условиях статического, динамического и знакопеременного внешнего нагружения. Выполнение этих требований становится возможным при использовании сталей с высокими механическими свойствами.

В связи с этим, материалом конструкции назначается сталь Ст3сп. Данная марка стали применяется и используется в промышленности в несущих элементах сварных и несварных конструкций и деталей, которые работают при положительных температурах, и имеет предел прочности при растяжении $\sigma_B = 380 - 390 \text{ МПа}$.

Таблица 6 – Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества Ст3сп. Химический состав стали в % [9]

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu	As	Fe
0,13-022	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	~97

Контролирующим документом выбранного основного материала конструкции является ГОСТ 380-2005 «Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки» [9].

1.4 Специальные требования, предъявляемые к сварным соединениям

Специальные требования, предъявляемые к сварным соединениям, описаны в руководящих документах, таких как СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций» [10], РД 34.15.132-96 «Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов» [8], ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007 «Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов» [11].

1.5 Оценка свариваемости

Оценка свариваемости металлического материала определяется в соответствии с ГОСТ 29273-92 «Свариваемость. Определение» [12].

При правильном выборе сварочных материалов низкоуглеродистые стали (в частности сталь Ст3сп) практически нечувствительны к термическому циклу и при сварке не требуется применение специальных технологических приемов. Они хорошо свариваются в широком диапазоне режимов, и при этом обеспечивается равная прочность металла шва и основного металла.

2 Выбор способа сварки

Для выбора способа сварки необходимо произвести сравнительный анализ наиболее распространенных и часто применяемых в машиностроительной промышленности способов сварки и выделить один, наиболее предпочтительный в контексте изготовления конструкции сварной стропильной фермы. Для этой цели составляется таблица преимуществ и недостатков того или иного способа сварки, проводится сравнительный анализ и выявляется наиболее характерный способ сварки.

Таблица 7 – Способы сварки. Преимущества и недостатки [13]

	Преимущества	Недостатки
Ручная дуговая сварка плавящимися электродами с основным видом покрытия	– Высокий показатель пластичности шва – Обеспечение равной прочности шва без риска появления горячих трещин – Низкое содержание примесей в металле шва – Получение швов любого пространственного положения – Маневренность при выполнении сварочных операций	– Повышенная чувствительность электродов к влаге – Чувствительность к образованию пор в шве при удлинении дуги – Необходимость в предварительной прокалке электродов – Низкая производительность и КПД сварки – Зависимость качества сварного соединения от квалификации сварщика
Дуговая сварка под слоем флюса	– Высокая производительность сварки – Высокое качество сварки – Лучшие условия труда	– Сварка в единственном положении (нижнее положение) – Сварка протяженных прямолинейных швов – Отсутствие универсальности

Продолжение таблицы 7

Механизированная сварка плавающимся электродом в среде защитного газа	– Высокое качество сварных соединений – Возможность ведения сварки в различных пространственных положениях – Возможность визуального наблюдения за формированием шва – Высокая производительность и легкость механизации – Низкая стоимость при использовании активных защитных газов	– Высокий показатель разбрызгивания металла
--	---	---

Согласно проведенному анализу преимуществ и недостатков способов сварки по таблице 7, механизированная сварка в среде защитного газа является самым производительным способом сварки стропильной фермы с учетом особенностей конструкции, химического состава основного материала, габаритных размеров, расположения швов и количества изготавливаемых изделий, необходимого для осуществления перекрытия промышленного здания.

3 Выбор сварочного оборудования и материалов

Выбор сварочного оборудования и материалов, отвечающих необходимым для данного способа сварки требованиям, осуществляется с учетом условий обеспечения бездефектности сварного шва, равнопрочности сварного соединения с основным металлом, оптимального химического состава металла шва и устойчивости сварных соединений при нагрузках.

3.1 Выбор источника питания сварочной дуги

Разработка технологии сварки и последующее выполнение сварочных операций при производстве металлоконструкции подразумевает использование сварочного оборудования и приспособлений. Для выполнения сварочных операций механизированным способом может применяться как автоматы, так и полуавтоматы.

ИП сварочной дуги должен соответствовать различным критериям, таким как возможность поддержания стабильного горения электрической дуги в пределах требуемого диапазона сварочного тока, обеспечение заданной скорости подачи сварочной проволоки, возможность подачи электродной проволоки заданного диаметра, экономичность, надежность, и прочее.

Следуя этим условиям, производится выбор ИП с требуемыми характеристиками. Таким ИП является сварочный инверторный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI. Выбранный полуавтомат содержит сварочный источник питания, устройство подачи электродной проволоки, а также кабель-пакет 1,5 м. Характеристики источника питания сварочной дуги приведены в таблице 8

Таблица 8 – Характеристики сварочного полуавтомата EVOMIG 650 PRO AI [14]

Вес, кг	66
Диапазон скорости подачи проволоки, м/мин	1-35
Пределы регулирования тока, А	25-650
Управление	Синергетическое
Диапазон применимой сварочной проволоки, мм	0,8-2,0
Габаритные размеры, мм	740x300x730
Напряжение холостого хода, В	67
Род тока	Постоянный
Тип	Инверторный
Охлаждение	Жидкостное
Тип сварки	MIG/MAG

Данный многофункциональный и современный источник питания обладает рядом характерных преимуществ, позволяющих выполнять сварные соединения очень высокого качества. Сварочный полуавтомат инверторного типа EVOSPARK модель EVOMIG PRO AI 650 является полностью российской разработкой и производится в России [14].

3.2 Выбор защитного газа

В качестве защиты дуги от вредоносного воздействия окружающей среды применяются газы и их смеси. Согласно источнику [13], газовая смесь на основе аргона с процентным содержанием углекислого газа в пределах 15-18 % является наиболее предпочтительной газовой защитной средой для механизированной сварки. Наличие в смеси аргона обеспечивает наиболее стабильный перенос электродного металла в сварочную ванну. Наличие в смеси окислительного потенциала (углекислого газа) уменьшает растворимость водорода в металле сварочной ванны.

При этом реакция окисления углерода при высоких температурах приводит к интенсивному выделению CO из расплавленного металла. В результате кипения сварочной ванны из нее лучше удаляются водород и азот, что приводит к снижению пористости металла шва, чем при сварке в среде чистого аргона. Показатель пластичности шва при сварке в смеси Ar + CO₂ выше, чем при сварке в чистом CO₂, однако показатель прочности не меняется.

Определяющим фактором выбора сварочного защитного газа является ценовая составляющая. Для определения наиболее выгодного защитного газа для полуавтоматической сварки, с позиции цена/качество, составляется таблица 9.

Таблица 9 – Соотношение цены и качества защитного газа

	Газовая смесь на основе Ar и компонента CO ₂ 80 %/20 % ISO 14175 – M21 [15]	Двуокись углерода газообразная CO ₂ 100% ISO 14175 – C1 [15]
Коэффициент разбрызгивания ψ [13], %	1,8-4	6,8-8,5
Цена [16, 17], руб/баллон	940	500

Исходя из данных, предоставленных в таблице 9, делается вывод о том, что при больших объемах сварочного производства наиболее дешевым защитным газом является углекислый газ.

Классификация газовой смеси осуществляется по ГОСТ Р ИСО 14175-2010 «Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов» [15].

Чистота углекислого газа и содержание примесей регламентируется ГОСТ 8050–85 «Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия» [18].

3.3 Выбор сварочной проволоки

Марка сварочной проволоки выбирается в зависимости от химического состава металла сварной конструкции.

При механизированной сварке углеродистой стали в среде углекислого газа с увеличением силы тока происходит более интенсивное выгорание легирующих элементов в металле шва. Для того чтобы предотвратить вредную составляющую этого процесса в сварочную ванну вводят дополнительные элементы раскислители, которые хорошо взаимодействуют с кислородом. Этими раскислителями являются марганец и кремний. Они выводят в шлак избыток кислорода и на участках сварочной ванны, имеющих пониженную температуру, восстанавливают железо из оксидов [13].

Сварочная проволока является источником раскислителей. Поэтому при сварке в CO_2 используется сварочная проволока, легированная марганцем и кремнием.

В качестве сварочного плавящегося электрода выбирается сварочная проволока сплошного сечения Св-08Г2С.

Таблица 10 – Химический состав проволоки Св-08Г2С [19], %

Марка проволоки	C	Mn	Si	Cr	Ni	S, не более	P, не более
Св-08Г2С	0,08	1,4...1,7	0,6...0,85	0,2	0,25	0,025	0,03

Контролирующим документом сварочного материала является

ГОСТ 2246-70 «Проволока стальная сварочная. Технические условия. Межгосударственный стандарт» [19].

4 Расчет параметров режима сварки

В теории механизированной сварки плавящимся электродом в среде защитных газов основными параметрами режима являются: диаметр электродной проволоки $d_э$, сила сварочного тока $I_{св}$, напряжение на дуге $U_д$, скорость сварки $v_{св}$, скорость подачи сварочной проволоки $v_{п.п.}$, расход защитного газа $G_г$.

Для проведения расчетов по нахождению вышеперечисленных и других требуемых параметров режима сварки необходимо воспользоваться методическими указаниями и рекомендациями, принимаемые из литературных источников [20] и [21].

4.1 Определение площади поперечного сечения шва

Площадь поперечного сечения наплавленного металла углового шва определяется по формуле:

$$F_{Hi} = \frac{k_i^2}{2}, \quad (5)$$

где k_i – катет i -го углового шва.

$$F_{H1} = \frac{(4 \text{ мм})^2}{2} = 8 \text{ мм}^2;$$

$$F_{H2} = \frac{(8 \text{ мм})^2}{2} = 32 \text{ мм}^2.$$

4.2 Определение величины сварочного тока

Для того чтобы реализовать расчет режимов сварки и требуемого диапазона сварочного тока необходимо выделить все типы сварных соединений, присутствующие в конструкции, их размеры, расположение и конструктивные особенности.

На рисунке 7 можно увидеть, какие типы сварных соединений по ГОСТ 14771-76 [22] присутствуют в узле. Помимо данного узла указанные типовые соединения распространяются на всю конструкцию. Ими являются:

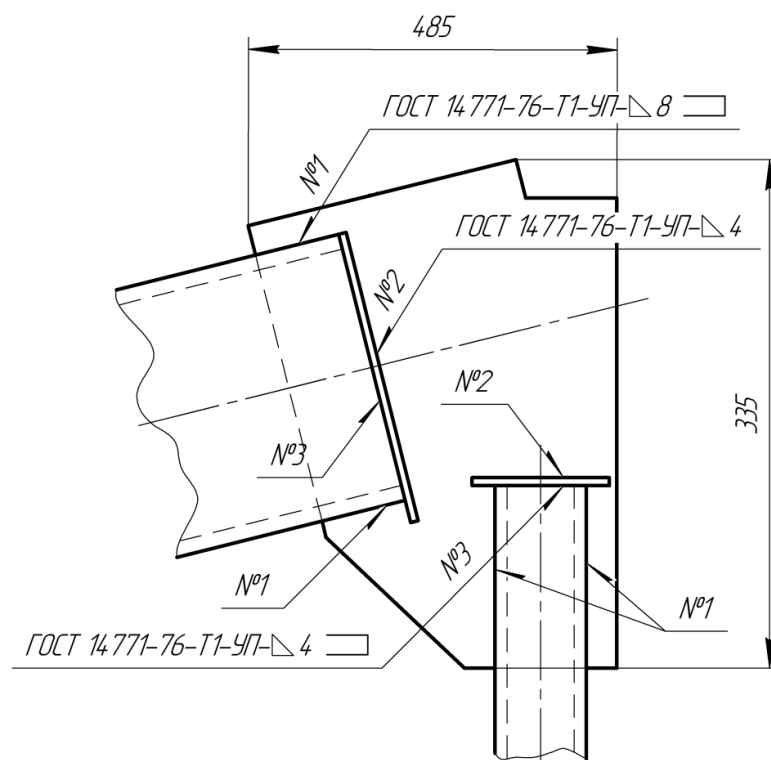


Рисунок 7 – Коньковый узел отправочной марки фермы

1. Угловые швы таврового соединения №1 с катетом 8 мм, соединяющие стержни верхнего пояса, раскосов и стоек с фасонкой.
2. Угловые швы таврового соединения №3 с катетом шва 4 мм, соединяющие заглушки с торцами стержней (профильных труб квадратного сечения).

Минимальное значение катета шва принимают по рекомендациям, принятым из нормативного документа [22].

Для последующего расчета параметров режима сварки необходимо предварительно определить требуемый диаметр электродной проволоки. При ее выборе следует учитывать, что угловые швы с малым катетом можно получить лишь при использовании электродной проволоки малого диаметра.

Согласно рекомендациям [20], для швов №3 и №2 (Рисунок 7) с размером катета равным $k = 4$ мм следует применить сварочную проволоку с диаметром сечения $d_3 = 2$ мм, для швов №1 с размером катета равным $k = 8$ мм в том числе можно применить сварочную проволоку с диаметром $d_3 = 2$ мм.

Для принятого диаметра сечения электродной проволоки по рекомендациям [20 стр. 38 Таблица 10] подбирается плотность тока:

Таблица 11 – Допустимая плотность тока при механизированной сварке угловых швов

Диаметр электрода, мм	Допустимая плотность тока, $j_{\text{э}}, \text{А/мм}^2$
2,0	60...150

Сила тока вычисляется по формуле:

$$I_{\text{св}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{э}}^2}{4} \cdot j_{\text{э}}, \quad (6)$$

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

$j_{\text{э}}$ – плотность тока, А/мм^2 .

$$I_{\text{св.мин}} = \frac{\pi \cdot (2 \text{ мм})^2}{4} \cdot 60 \text{ А/мм}^2 = 188 \text{ А.}$$

$$I_{\text{св.макс}} = \frac{\pi \cdot (2 \text{ мм})^2}{4} \cdot 150 \text{ А/мм}^2 = 471 \text{ А.}$$

$$I_{\text{св.ср}} = \frac{\pi \cdot (2 \text{ мм})^2}{4} \cdot 105 \text{ А/мм}^2 = 329 \text{ А.}$$

Согласно расчетам, требуемый сварочный ток находится в диапазоне допустимых значений от 188 до 471 А. Данный диапазон сварочного тока применим для получения соединений всех типовых швов рассматриваемой конструкции, полученных механизированной сваркой.

4.3 Определение напряжения дуги

Для принятого диаметра электродной проволоки и силы сварочного тока определяется оптимальное напряжение:

$$U_{\text{д}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{d_{\text{э}}}} \cdot I_{\text{св}}. \quad (7)$$

$$U_{\text{д.мин}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \text{ мм}}} \cdot 188 \text{ А} = 24,64 \text{ В.}$$

$$U_{\text{д.макс}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \text{ мм}}} \cdot 471 \text{ А} = 34,65 \text{ В.}$$

$$U_{\text{д.ср}} = 17 + \frac{50 \cdot 10^{-3}}{\sqrt{2 \text{ мм}}} \cdot 329 \text{ А} = 28,63 \text{ В.}$$

4.4 Определение коэффициента формы провара

После нахождения значений сварочного тока, диаметра электрода и напряжения дуги, коэффициент формы провара определяется по формуле:

$$\Psi_{\text{пр}} = K' \cdot (19 - 0,01 \cdot I_{\text{св}}) \cdot \frac{d_{\text{э}} \cdot U_{\text{д}}}{I_{\text{св}}}, \quad (8)$$

где K' – коэффициент, величина которого зависит от рода тока и полярности.

Коэффициент K' при сварке на обратной полярности при плотности тока не более $j < 120 \text{ А/мм}^2$ вычисляется по формуле:

$$K' = 0,367 \cdot j^{0,1925} \quad (9)$$

$$K'_1 = 0,367 \cdot (60 \text{ А/мм}^2)^{0,1925} = 0,807.$$

Коэффициент K' для плотности тока большего или равного значению $j \geq 120 \text{ А/мм}^2$ для постоянного тока обратной полярности является постоянной величиной, равной $K'_2 = 0,92$.

$$\Psi_{\text{пр.мин}} = 0,807 \cdot (19 - 0,01 \cdot 188 \text{ А}) \cdot \frac{2 \text{ мм} \cdot 24,64 \text{ В}}{188 \text{ А}} = 3,62.$$

$$\Psi_{\text{пр.мах}} = 0,92 \cdot (19 - 0,01 \cdot 471 \text{ А}) \cdot \frac{2 \text{ мм} \cdot 34,65 \text{ В}}{471 \text{ А}} = 1,93.$$

$$\Psi_{\text{пр.ср}} = 0,807 \cdot (19 - 0,01 \cdot 329 \text{ А}) \cdot \frac{2 \text{ мм} \cdot 28,63 \text{ В}}{329 \text{ А}} = 2,20.$$

Значения коэффициента провара удовлетворяют условиям, указанных в рекомендациях [21]. Полученные значения коэффициента находятся в диапазоне от 0,8 до 4,0. Данные предварительные расчеты говорят о том, что формирующиеся швы будут обладать низкой склонностью к образованию горячих трещин, а также ширина швов и глубина провара будут оптимальны при заданных параметрах режима сварки.

4.5 Определение скорости перемещения сварочной дуги

$$v_{\text{св}} = \frac{\alpha_{\text{н}} \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma_{\text{м}} \cdot F_{\text{н}}}, \quad (10)$$

где $\alpha_{\text{н}}$ – коэффициент наплавки, г/(А · ч);

$I_{\text{св}}$ – сила сварочного тока;

$\gamma_{\text{м}}$ – плотность наплавленного металла.

Для стали $\gamma_{\text{м}} = 7,8 \text{ г/см}^3$.

$F_{\text{н}}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла за один проход.

При сварке в среде углекислого газа величина коэффициента наплавки может существенно отличаться от величины коэффициента расплавления проволоки в связи с потерями электродного металла:

$$\alpha_{\text{н}} = \alpha_{\text{р}} \cdot (1 - \psi_{\text{п}}), \quad (11)$$

где $\psi_{\text{п}}$ – коэффициент потерь, в %.

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

$$\psi_{\text{п.мин}} = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 60 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot (60)^2 = 4,22 \text{ \%}.$$

$$\psi_{\text{п.макс}} = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 150 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot (150)^2 = 11,60 \text{ \%}.$$

$$\psi_{\text{п.ср}} = -4,72 + 17,6 \cdot 10^{-2} \cdot 105 - 4,48 \cdot 10^{-4} \cdot (105)^2 = 8,80 \text{ \%}.$$

Величину коэффициента расплавления при сварке плавящимся электродом в среде защитных газов можно рассчитать по формуле:

$$\alpha_{\text{р}} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{I_{\text{св}}} \cdot \frac{1}{d_3^2}. \quad (13)$$

$$\alpha_{\text{р.мин}} = \alpha_{\text{р.макс}} = 9,05 + 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{188 \text{ А}} \cdot \frac{1}{(2 \text{ мм})^2} = 9,05 \text{ г/(А · ч)}.$$

Производится расчет коэффициента наплавки в допустимом диапазоне плотностей тока:

$$\alpha_{\text{н.мин}} = 9,05 \text{ г/(А · ч)} \cdot (1 - 0,042) = 8,66 \text{ г/(А · ч)}.$$

$$\alpha_{\text{н.макс}} = 9,05 \text{ г/(А · ч)} \cdot (1 - 0,116) = 8,00 \text{ г/(А · ч)}.$$

$$\alpha_{\text{н.ср}} = 9,05 \text{ г/(А · ч)} \cdot (1 - 0,088) = 8,20 \text{ г/(А · ч)}.$$

Диапазон скорости перемещения сварочной дуги определяются для отдельно взятых размеров катета швов:

$$v_{\text{св.мин1}} = \frac{8,66 \text{ г/(А·ч)} \cdot 188 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 0,72 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{св.макс1}} = \frac{8 \text{ г/(А·ч)} \cdot 471 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 1,67 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{св.ср1}} = \frac{8,2 \text{ г/(А·ч)} \cdot 329 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 8 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 1,20 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{св.мин2}} = \frac{8,66 \text{ г/(А·ч)} \cdot 188 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 0,18 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{св.макс2}} = \frac{8 \text{ г/(А·ч)} \cdot 471 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 0,41 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{св.ср2}} = \frac{8,2 \text{ г/(А·ч)} \cdot 329 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 32 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 0,30 \text{ см/с.}$$

4.6 Определение скорости подачи электродной проволоки

Требуемое значение скорости подачи сварочной проволоки $v_{\text{п.п.}}$ при заданной скорости сварки обеспечит заполнение зазора и разделки между деталями, а также образование валика шва. Скорость подачи проволоки определяется по формуле:

$$v_{\text{п.п.}} = \frac{\alpha_p \cdot I_{\text{св}}}{3600 \cdot \gamma \cdot F_{\text{эл}}}, \quad (14)$$

где $F_{\text{эл}}$ — площадь поперечного сечения электрода, см^2 .

γ — плотность электродного металла, проволоки, г/см^3 .

$$v_{\text{п.п.мин}} = \frac{9,05 \text{ г/(А·ч)} \cdot 188 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 3,02 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{п.п.макс}} = \frac{9,05 \text{ г/(А·ч)} \cdot 471 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 7,59 \text{ см/с.}$$

$$v_{\text{п.п.ср}} = \frac{9,05 \text{ г/(А·ч)} \cdot 329 \text{ А}}{3600 \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2} = 5,30 \text{ см/с.}$$

4.7 Определение геометрических параметров шва

На рисунке 8 изображены геометрические параметры сварного шва, такие как ширина шва, глубина проплавления, высота шва и глубина проплавления вертикальной стенки.

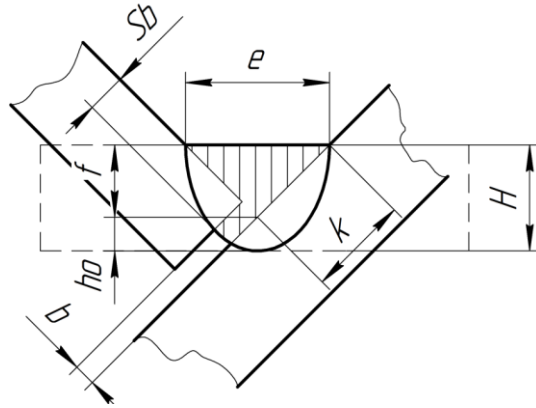


Рисунок 8 – Геометрические размеры угловых швов

Используя теорему Пифагора, можно определить значение высоты шва f , без учета глубины проплавления h_0 :

$$f_1 = \sqrt{(4 \text{ мм})^2 - \left[\frac{\sqrt{(4 \text{ мм})^2 + (4 \text{ мм})^2}}{2} \right]^2} = 2,82 \text{ мм.}$$

$$f_2 = \sqrt{(8 \text{ мм})^2 - \left[\frac{\sqrt{(8 \text{ мм})^2 + (8 \text{ мм})^2}}{2} \right]^2} = 5,65 \text{ мм.}$$

Расчет глубины проплавления ведется по формуле:

$$h_0 = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{q_{\text{п}}}{\psi_{\text{пр}}}}, \quad (15)$$

где $q_{\text{п}}$ – погонная энергия;

$$q_{\text{п}} = \frac{\eta_{\text{и}} \cdot I_{\text{св}} \cdot U_{\text{д}}}{v_{\text{св}}}, \quad (16)$$

где $\eta_{\text{и}}$ – эффективный коэффициент полезного действия нагрева изделия дугой. Для МП $\eta_{\text{и}} \approx 0,80 \dots 0,84$.

$$q_{\text{п.min1}} = \frac{0,82 \cdot 188 \text{ А} \cdot 24,64 \text{ В}}{0,72 \text{ см/с}} = 5275,70 \text{ Дж/см.}$$

$$q_{\text{п.max1}} = \frac{0,82 \cdot 471 \text{ А} \cdot 34,65 \text{ В}}{1,67 \text{ см/с}} = 8013,40 \text{ Дж/см.}$$

$$q_{\text{п.ср1}} = \frac{0,82 \cdot 329 \text{ А} \cdot 28,63 \text{ В}}{1,2 \text{ см/с}} = 6436,50 \text{ Дж/см.}$$

$$q_{п.мин2} = \frac{0,82 \cdot 188 \text{ А} \cdot 24,64 \text{ В}}{0,18 \text{ см/с}} = 21,10 \text{ кДж/см.}$$

$$q_{п.маx2} = \frac{0,82 \cdot 471 \text{ А} \cdot 34,65 \text{ В}}{0,41 \text{ см/с}} = 32,60 \text{ кДж/см.}$$

$$q_{п.ср2} = \frac{0,82 \cdot 329 \text{ А} \cdot 28,63 \text{ В}}{0,3 \text{ см/с}} = 25,70 \text{ кДж/см.}$$

$$\Psi_{пр.мин} = 3,62.$$

$$\Psi_{пр.маx} = 1,93.$$

$$\Psi_{пр.ср} = 2,20.$$

$$h_{0мин1} = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{5275,7 \text{ кДж/см}}{3,62}} = 0,30 \text{ см.}$$

$$h_{0маx1} = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{8013,4 \text{ кДж/см}}{1,93}} = 0,52 \text{ см.}$$

$$h_{0ср1} = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{6436,5 \text{ кДж/см}}{2,2}} = 0,43 \text{ см.}$$

$$h_{0мин2} = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{21,1 \text{ кДж/см}}{3,62}} = 0,61 \text{ см.}$$

$$h_{0маx2} = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{32,6 \text{ кДж/см}}{1,93}} = 1,05 \text{ см.}$$

$$h_{0ср2} = 0,0081 \cdot \sqrt{\frac{25,7 \text{ кДж/см}}{2,2}} = 0,87 \text{ см.}$$

Требуемая ширина шва определяется по формуле:

$$e = \Psi_{пр} \cdot h. \quad (17)$$

$$e_{мин1} = 3,62 \cdot 0,3 = 1,08 \text{ см.}$$

$$e_{мин2} = 3,62 \cdot 0,61 = 2,2 \text{ см.}$$

$$e_{маx1} = 1,93 \cdot 0,52 = 1,00 \text{ см.}$$

$$e_{маx2} = 1,93 \cdot 1,05 = 2,02 \text{ см.}$$

$$e_{ср1} = 2,2 \cdot 0,43 = 0,94 \text{ см.}$$

$$e_{ср2} = 2,2 \cdot 0,87 = 1,90 \text{ см.}$$

Высота валика шва вычисляется по формуле:

$$q = \frac{e}{\Psi_B}, \quad (18)$$

где Ψ_B – коэффициент формы усиления. $\Psi_B = 7 \dots 10$.

$$q_{\min 1} = \frac{1,08 \text{ см}}{8} = 0,135 \text{ см.}$$

$$q_{\min 2} = \frac{2,2 \text{ см}}{8} = 0,275 \text{ см.}$$

$$q_{\max 1} = \frac{1 \text{ см}}{8} = 0,125 \text{ см.}$$

$$q_{\max 2} = \frac{2,02 \text{ см}}{8} = 0,252 \text{ см.}$$

$$q_{\text{ср}1} = \frac{0,94 \text{ см}}{8} = 0,117 \text{ см.}$$

$$q_{\text{ср}1} = \frac{1,9 \text{ см}}{8} = 0,237 \text{ см.}$$

Высота шва H вычисляется по формуле:

$$H = h_0 + f. \quad (19)$$

$$H_{\text{ср}1} = 4,3 \text{ мм} + 2,82 \text{ мм} = 7,12 \text{ мм.}$$

$$H_{\text{ср}2} = 8,7 \text{ мм} + 5,65 \text{ мм} = 14,35 \text{ мм.}$$

Глубина проплавления вертикальной стенки находится по формуле:

$$S_b = 0,9 \cdot h_0, \quad (20)$$

$$S_{b\text{ср}1} = 0,9 \cdot 0,43 \text{ см} = 0,38 \text{ см.}$$

$$S_{b\text{ср}2} = 0,9 \cdot 0,87 \text{ см} = 0,78 \text{ см.}$$

4.8 Определение мгновенной скорости охлаждения металла шва

Мгновенная скорость охлаждения определяется по формуле:

$$v_{\text{охл}} = -2 \cdot \pi \cdot \lambda \cdot C_p \cdot \frac{\delta^2 \cdot (T_T - T_0)^3}{q_{\text{п}}^2}, \quad (21)$$

где $v_{\text{охл}}$ – мгновенная скорость охлаждения, °C/с;

λ – коэффициент теплопроводности, Дж/(см · с · °C);

C_p – объемная теплоемкость, Дж/(см³ · °C);

T_0 – начальная температура изделия, °C;

$q_{\text{п}}$ – погонная энергия сварки, Дж/см;

δ – толщина свариваемых пластин, см.

$$v_{\text{охл.ср}1} = -2 \cdot \pi \cdot 0,39 \cdot 4,9 \cdot \frac{(1 \text{ см})^2 \cdot (500^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})^3}{(6436,5 \text{ Дж/см})^2} = -31,65 \text{ }^\circ\text{C/с.}$$

$$v_{\text{охл.ср}2} = -2 \cdot \pi \cdot 0,39 \cdot 4,9 \cdot \frac{(1 \text{ см})^2 \cdot (500^\circ\text{C} - 22^\circ\text{C})^3}{(25700 \text{ Дж/см})^2} = -1,98 \text{ }^\circ\text{C/с.}$$

5 Расчет расхода основного и сварочных материалов

5.1 Расчет расхода основного материала

По чертежу общего вида отправочной марки стропильной фермы был проведен анализ и дальнейший расчет суммарной длины элементов конструкции фермы в единичном количестве. Найденные значения заносятся в таблицу 12.

Таблица 12 – Суммарная длина и фактическая масса стержней фермы

Наименование элементов фермы	Номер профиля [4]	Погонная масса [4], кг/м	Суммарная длина элементов, м	Масса группы элементов фермы, кг
Верхний пояс	№180	52,03	24,560	1277,85
Нижний пояс	№150	42,61	22,740	968,95
Раскосы	№80	18,97	15,970	302,95
Стойки	№60	12,20	12,210	148,96
Итого: $m_{\phi} = 2698,70$ кг				

Как было отмечено ранее, количество ферм, необходимых для осуществления перекрытия проектируемого промышленного здания составляет 17 штук. Следовательно, на основе этих сведений, составляется таблица расхода основного материала конструкции фермы.

Таблица 13 – Суммарная длина и фактическая масса проката, затрачиваемого на перекрытие промышленного здания

Наименование элементов фермы	Номер профиля [4]	Погонная масса [4], кг/м	Суммарная длина элементов в перекрытии, м	Масса группы элементов перекрытия, кг
Верхний пояс	№180	52,03	417,520	21723,56
Нижний пояс	№150	42,61	386,580	16472,95
Раскосы	№80	18,97	271,490	5150,16
Стойки	№60	12,20	207,570	2532,35
Итого: $m_{\phi} = 45879$ кг				

В результате анализа чертежа общего вида отправочной марки стропильной фермы был произведен качественный расчет суммы габаритных размеров элементов узлов фермы, таких как пластин фасонки и заглушек. Данные анализа и расчетов были внесены в качестве эскизов раскроя в карту эскизов ФЮРА 20290 комплекта технологической документации, разрабатываемого технологического процесса. Согласно карте эскизов ФЮРА 20290.010 (Рисунок 9) и ФЮРА 20290.011 [Приложение А, Карта Эскизов ФЮРА 20290.011] для изготовления заглушек и пластин, присутствующих в качестве элементов узлов отправочной марки фермы, используется горячекатаный листовой прокат стали Ст3сп [10] с размерами 1700x1400x10 мм и 710x600x5 мм по ГОСТ 19903-2015 «Прокат листовой горячекатаный. Сортамент» [23].

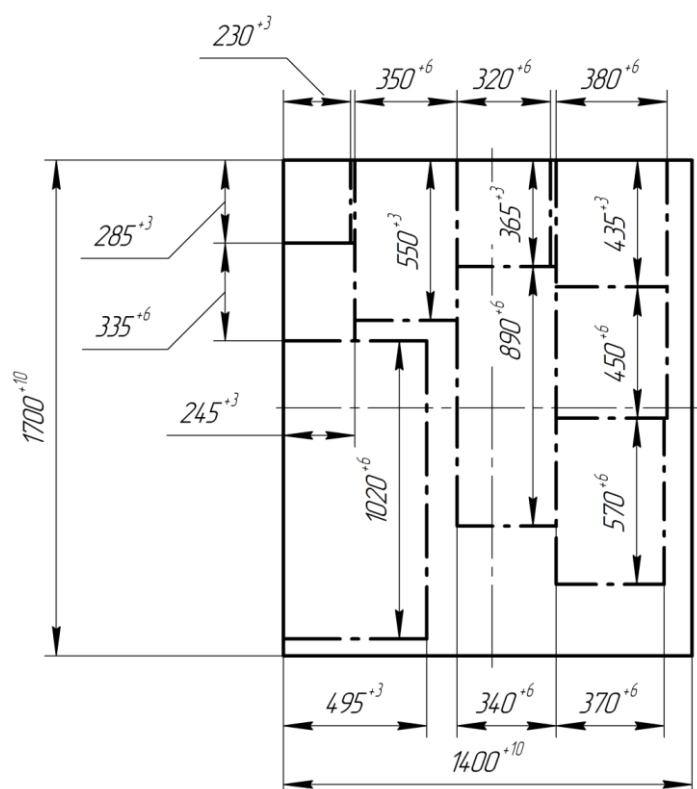


Рисунок 9 – Листовой раскрой

Данные о затратах на основной материал листового проката заносятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Количество листов металла, затрачиваемое на перекрытие промышленного здания

Прокат горячекатаный листовой ГОСТ 19903-2015 [23]	Размеры проката, мм	
	6000x1500x10	6000x1500x5
Количество листов, шт	6	1

5.2 Расчет расхода сварочной проволоки

Расход сварочной проволоки в процессе сварки зависит от коэффициента потерь, а также от количества наплавленного металла:

$$G_{\text{э}} = G_{\text{н}} \cdot (1 + \psi_{\text{п}}), \quad (22)$$

где $G_{\text{н}}$ – масса наплавленного металла, г.

где $\psi_{\text{п}}$ – коэффициент потерь электродного металла, в %.

Масса наплавленного металла определяется по формуле:

$$G_{\text{н}} = F_{\text{н}} \cdot l_{\text{ш}} \cdot \gamma_{\text{н}}, \quad (23)$$

где $F_{\text{н}}$ – площадь наплавки, мм²;

$l_{\text{ш}}$ – длина шва, мм;

$\gamma_{\text{н}}$ – плотность наплавленного металла, г/см³.

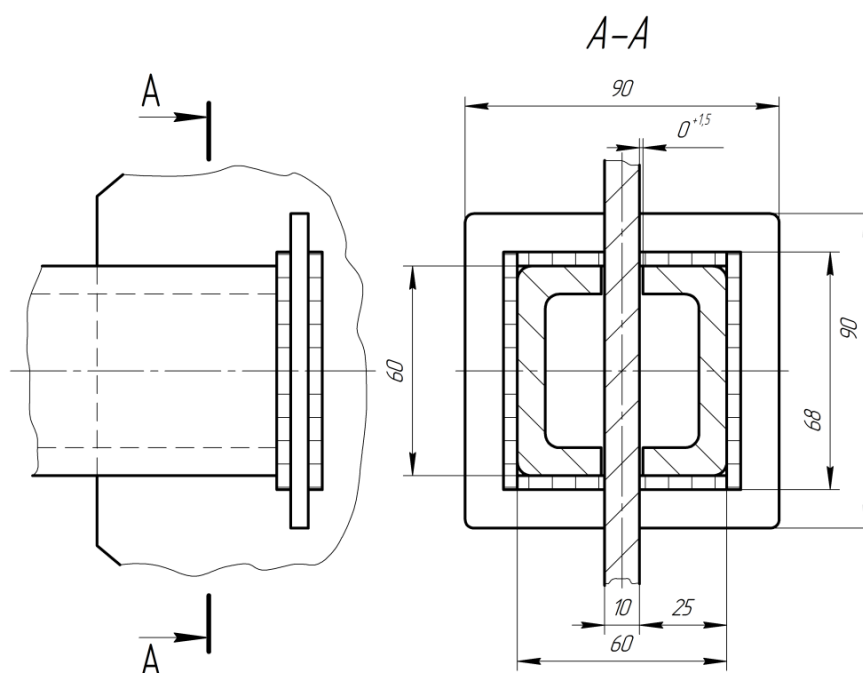


Рисунок 10 – Длина швов, соединяющих заглушку с торцом стойки

На рисунке 10 представлено типовое расположение сварных швов, соединяющих заглушку и торец трубы.

В данном случае общую длину сварных швов можно выразить как сумму длин двух типов швов, с катетами 4 мм и 8 мм:

$$l_{\text{ш}} = l_{\text{ш1}} + l_{\text{ш2}}, \quad (24)$$

где $l_{\text{ш1}}$ – общая длина сварных швов с катетом 4 мм;

$l_{\text{ш2}}$ – общая длина сварных швов с катетом 8 мм.

Общую длину сварных швов в узлах фермы с катетом 4 мм можно определить по формуле:

$$l_{\text{ш1}} = l_{\text{ш1.1}} + l_{\text{ш1.2}} + l_{\text{ш1.3}} + l_{\text{ш1.4}}, \quad (25)$$

где $l_{\text{ш1.1}}$ – длина сварных швов, соединяющих торцы стержней верхнего пояса с заглушками;

$l_{\text{ш1.2}}$ – длина сварных швов, соединяющих торцы стержней нижнего пояса с заглушками;

$l_{\text{ш1.3}}$ – длина сварных швов, соединяющих торцы раскосов с заглушками;

$l_{\text{ш1.4}}$ – длина сварных швов, соединяющих торцы стоек с заглушками.

$$l_{\text{ш1.1}} = 2864 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{ш1.3}} = 5904 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{ш1.2}} = 5140 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{ш1.4}} = 5952 \text{ мм.}$$

$$l_{\text{ш1}} = 2864 \text{ мм} + 5140 \text{ мм} + 5904 \text{ мм} + 5952 \text{ мм} = 19860 \text{ мм.}$$

Существует особенность, которую необходимо учесть, при создании сварных швов, соединяющих трубы с фасонками. Во избежание образования влаги, окислений и коррозии на поверхности внутренней стенки трубы, требуется обеспечить герметизацию ее полости. Этого можно достичь путем заплавления всех зазоров в местах сопряжения фасонки и трубы, образованных с целью получения сквозного отверстия в трубе, ширина и длина которого соответствует толщине и ширине фасонки.

Следуя этому условию, определяем формулу по нахождению общей длины сварных швов с катетом 8 мм:

$$l_{ш2} = \sum_{i=1}^n l_{ш2i}, \quad (26)$$

где $l_{ш2i}$ – общая длина сварных швов с катетом 8 мм в i -ом узле.

Согласно чертежу общего вида отправочной марки фермы, значения длин сварных швов с катетом 8 мм в каждом узле фермы равны:

$l_{ш2.1} = 9990 \text{ мм} + 120 \text{ мм}$ – длина швов в опорных узлах фермы;

$l_{ш2.2} = 3200 \text{ мм} + 120 \text{ мм}$ – длина швов в узлах №2 и №2';

$l_{ш2.3} = 3947 \text{ мм} + 160 \text{ мм}$ – длина швов в узлах №3 и №3';

$l_{ш2.4} = 9206 \text{ мм} + 160 \text{ мм}$ – длина швов в узлах №4 и №4';

$l_{ш2.5} = 3437 \text{ мм} + 160 \text{ мм}$ – длина швов в узлах №5 и №5';

$l_{ш2.6} = 5620 \text{ мм} + 160 \text{ мм}$ – длина швов в узлах №6 и №6';

$l_{ш2.7} = 3805 \text{ мм} + 160 \text{ мм}$ – длина швов в узлах №7 и №7';

$l_{ш2.8} = 4000 \text{ мм} + 100 \text{ мм}$ – длина швов в узле №8;

$l_{ш2.9} = 1440 \text{ мм} + 80 \text{ мм}$ – длина швов в узле №9.

$$l_{ш2} = 45865 \text{ мм.}$$

Следовательно, общая длина сварных швов фермы равна:

$$l_{ш} = l_{ш1} + l_{ш2} = 19860 \text{ мм} + 45865 \text{ мм} = 65725 \text{ мм.}$$

Имея в наличии сведения об общей длине сварных швов, производится расчет расхода сварочной проволоки, затрачиваемого на изготовление фермы:

$$G_{н1} = 8 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2 \cdot 1986 \text{ см} \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 = 1239,20 \text{ г.}$$

$$G_{н1} = 32 \cdot 10^{-2} \text{ см}^2 \cdot 4586,5 \text{ см} \cdot 7,8 \text{ г/см}^3 = 11447,90 \text{ г}$$

$$G_9 = (1239,20 \text{ г} + 11447,9 \text{ г}) \cdot (1 + 0,088) = 13800,00 \text{ г.}$$

Принимая в расчет тот факт, что стандартная бухта сварочной проволоки содержит от 15 до 18 кг материала, можно сделать вывод о том, что на перекрытие промышленного здания будет затрачено 17 бухт сварочной проволоки, или примерно 255 кг сварочного материала.

5.3 Расчет расхода защитного газа

Для определения общего объема газа, затрачиваемого на изготовление конструкции фермы, требуется учесть время на создание погонного метра сварного шва. Измерив длину швов и скорость перемещения сварочной горелки, можно определить время, затрачиваемое на выполнение сварных соединений:

$$t = \frac{l_{\text{ш}}}{v_{\text{св}}}. \quad (27)$$

$$t = \frac{19860 \text{ см}}{1,2 \text{ см/с}} + \frac{45865 \text{ см}}{0,3 \text{ см/с}} = 169433 \text{ с} \approx 2825 \approx 47 \text{ час.}$$

Зная общее время, затрачиваемое на создание всех сварных соединений, присутствующих в конструкции, можно рассчитать требуемый объем затрачиваемого защитного газа, л:

$$Q_{\text{г}} = t \cdot Q_{\text{мин}}, \quad (28)$$

где $Q_{\text{мин}}$ – расход газа, назначаемый при расчете режимов сварки, л/мин; Согласно литературным источникам [15], удельный расход углекислого газа при сварке сварочной проволокой диаметром $d_{\text{э}} = 2$ мм и диапазоне сварочных токов $I_{\text{св}} = 188 \dots 471$ А равен $Q_{\text{мин}} \approx 18 - 20$ л. г./мин.

$$Q_{\text{г}} = 2825 \text{ мин} \cdot 15 \text{ л/мин} = 42345 \text{ л. газа.}$$

При использовании одного баллона, который содержит 25 кг жидкого CO_2 , образуется 12600 л газообразного CO_2 . Следовательно, количество баллонов углекислоты, необходимых для изготовления конструкции фермы, определяется по формуле:

$$N_{\text{бал.г.}} = \frac{42345}{12600} = 3,3 \text{ шт} \approx 3 \text{ шт.}$$

На производство перекрытия промышленного здания будет затрачено 51 баллон защитного газа.

6 Прогнозируемый химический состав сварного соединения

Химический состав металла шва влияет на его структуру и механические свойства. Химический состав металла шва определяется составом основного и электродного металлов и долей их участия в металле шва, а значит способом и режимом сварки.

Состав металла шва в пределах одного слоя является полностью однородным.

$$[R]_{\text{ш}} = [R]_{\text{ом}} \cdot \gamma_0 + (1 - \gamma_0) \cdot [R]_{\text{э}} \pm \Delta R, \quad (29)$$

где $[R]_{\text{ш}}$ – содержание элемента в шве или проходе, %;

$[R]_{\text{ом}}$ – содержание элемента в основном металле, %.

$[R]_{\text{э}}$ – содержание элемента в электродной проволоке или наплавленном металле покрытыми электродами;

ΔR – изменение содержания элемента в процессе сварки в результате его выгорания из сварочной ванны или перехода из флюса или электродного покрытия в сварной шов;

γ_0 – доля участия основного металла в металле шва;

$(1 - \gamma_0)$ – доля участия электродного металла в металле шва.

Доля участия основного металла в металле шва определяется по формуле:

$$\gamma_0 = \frac{F_{\text{пр}}}{F_{\text{пр}} + F_{\text{н}}}, \quad (30)$$

где $F_{\text{пр}}$ – площадь проплавления основного металла;

$F_{\text{н}}$ – площадь наплавленного металла.

$$F_{\text{пр1}} = \frac{1}{2} \cdot S_{\text{бср1}} \cdot k_1 + \frac{1}{2} \cdot S_{\text{бср1}} \cdot h_{\text{оср1}} + \frac{1}{2} \cdot k_1 \cdot h_{\text{оср1}}.$$

$$F_{\text{пр2}} = \frac{1}{2} \cdot S_{\text{бср2}} \cdot k_2 + \frac{1}{2} \cdot S_{\text{бср2}} \cdot h_{\text{оср2}} + \frac{1}{2} \cdot k_2 \cdot h_{\text{оср2}}.$$

$$F_{\text{пр1}} = 1,70 \text{ см.}$$

$$F_{\text{пр1}} = 6,93 \text{ см.}$$

Следовательно, применим формулу (27) получим:

$$\gamma_{01} = \frac{F_{\text{пр1}}}{F_{\text{пр1}} + F_{\text{н1}}} = \frac{1,7 \text{ см}}{1,7 \text{ см} + 8 \cdot 10^{-2} \text{ см}} = 0,95.$$

$$\gamma_{02} = \frac{F_{\text{пр2}}}{F_{\text{пр2}} + F_{\text{н2}}} = \frac{6,93 \text{ см}}{6,93 \text{ см} + 32 \cdot 10^{-2} \text{ см}} = 0,95.$$

$$[C]: R_{\text{ш}} = 0,15 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,06 = 0,140 \%,$$

$$[Si]: R_{\text{ш}} = 0,25 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,8 = 0,270 \%,$$

$$[Mn]: R_{\text{ш}} = 0,55 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 1,55 = 0,600 \%,$$

$$[Ni]: R_{\text{ш}} = 0,25 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,25 = 0,250 \%,$$

$$[S]: R_{\text{ш}} = 0,04 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,025 = 0,039 \%,$$

$$[P]: R_{\text{ш}} = 0,03 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,03 = 0,030 \%,$$

$$[Cr]: R_{\text{ш}} = 0,25 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,2 = 0,247 \%,$$

$$[N]: R_{\text{ш}} = 0,007 \cdot 0,95 + (1 - 0,95) \cdot 0,007 = 0,007 \%.$$

В итоге получается металл шва со следующим химическим составом: процентное содержание углерода составляет около 0,14...0,16%, при этом содержание кремния может находиться в пределах 0,27...0,30%. Содержание марганца колеблется от 0,60 до 0,80%.

7 Технология сборки и сварки конструкции

Технология сборки и сварки металлоконструкции регулируется документами РД 34.15.132-96 «Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов» [8], а также СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций» [10].

Сварку угловых швов в нижнем положении можно выполнять двумя способами: при повороте изделия на 45° и наклонным электродом. Сварка «в лодочку» более предпочтительна, так как при сварке наклонным электродом ввиду отека расплавленного металла трудно предупредить подрез по вертикальной плоскости и обеспечить провар по нижней плоскости. Такой способ сварки (наклон заготовки под углом 45°) предоставляет возможность полностью проплавить сечение без образования прожогов. Данный способ применим для получения длинных продольных (относительно изделия) сварных швов, к примеру, швов, соединяющих полку и стенку двутавровой балки. В контексте создания рассматриваемой в настоящей работе металлоконструкции, данный способ не является возможным по причине больших габаритных размеров, в частности высоты фермы. Следовательно, в качестве применимой техники сварки, следует рассмотреть вариант, при котором свариваемые заготовки размещаются на горизонтальной плоскости специального приспособления, содержащей способы фиксации заготовок.

Основными конструктивными задачами при сборке и сварке конструкции, рассматриваемой в данной работе, являются:

1. Необходимость в получении угловых сварных соединений с возможностью ведения электрода в процессе сварки под углом 45° к стенке заготовки.

Как можно заметить на рисунке 10, требуемый угол расположения электрода обозначен прямой А. Но так как в требуемом месте расположения электрода находится часть конструкции (на рисунке прямая А пересекает металлическую пластину), конструктивный угол ведения электрода уменьшится и составит примерно от 15 до 25 ± 3 градуса.

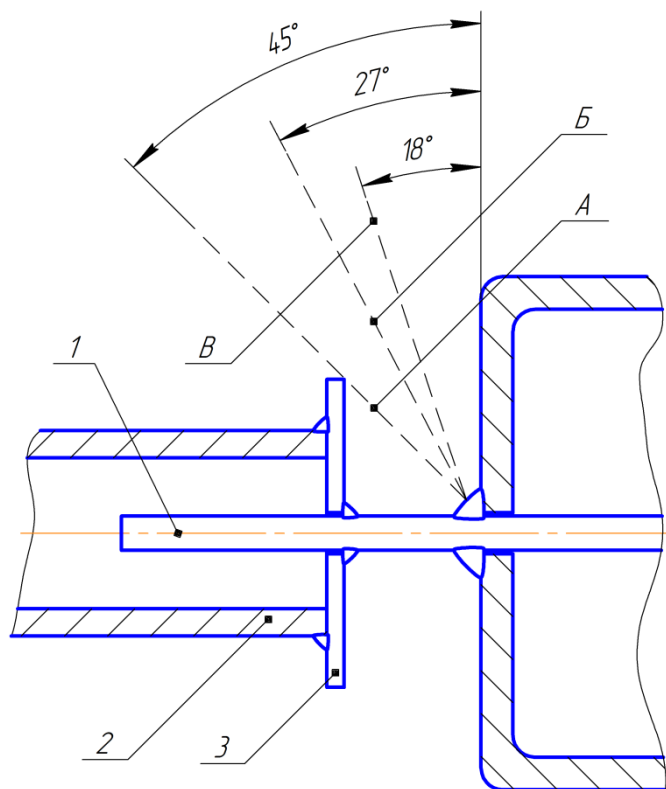


Рисунок 11 – Конструктивные углы ведения электрода

Очевидно, это приведет к неравномерному проплавлению свариваемых стенок, остаточным деформациям и в общем случае это будет являться несоблюдением технологии сварки. Следовательно, получение указанного сварного шва, и ему подобных типовых ответственных швов необходимо осуществить в первую очередь, до присоединения заглушки к торцу трубы.

2. Определение последовательности наложения сварных швов.

Последовательность выполнения сварных швов должна быть такой, чтобы обеспечивались минимальные деформации конструкции и предотвращались появления трещин в сварных соединениях.

Последовательность наложения сварных швов узла фермы
отображена на рисунке 13.

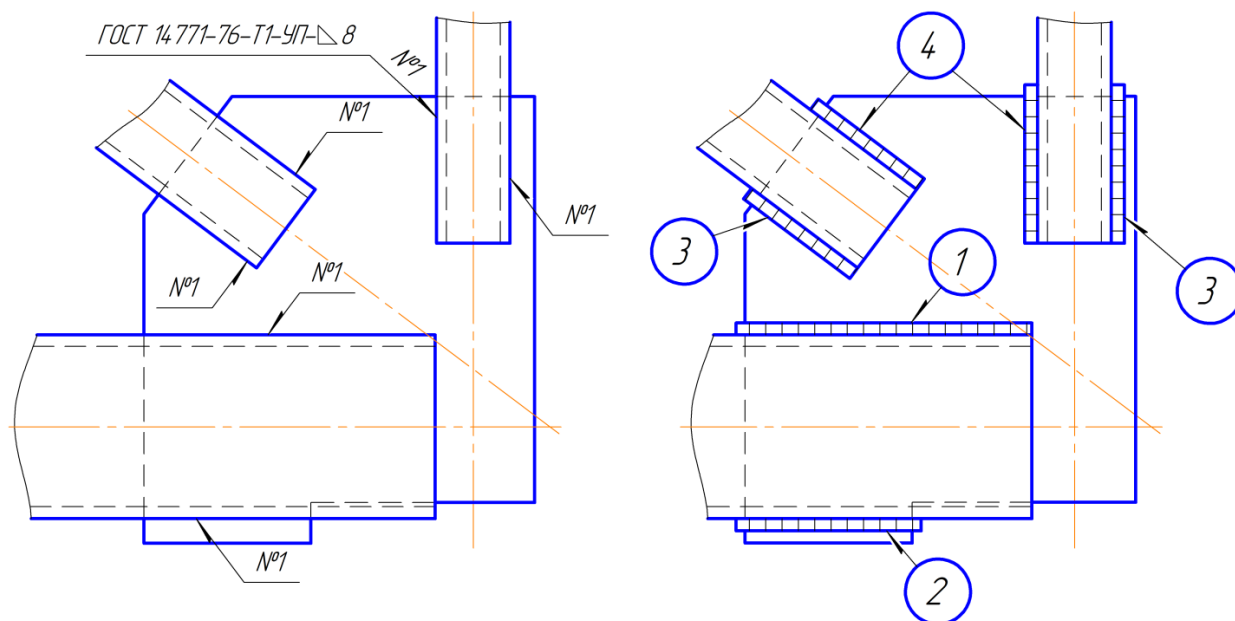


Рисунок 13 – Последовательность наложения сварных швов узла нижнего
пояса фермы

Сначала приваривается нижний пояс фермы к пластине швами 1 и затем 2. Далее обвариваются элементы решетки с наружной стороны их взаиморасположения швами 3. Наложение швов 4 завершает операцию по сварке узла. Наложение сварных швов 3 и 4 рекомендуется выполнять двумя сварщиками одновременно. Швы длиной более 1000 мм, выполняемые механизированной сваркой, следует сваривать обратноступенчатым способом. При этом необходимо смещать замки шва на расстояние не менее 20 мм. Сварку рекомендуется выполнять «углом назад».

На рисунке 14 приводится пример последовательности наложения швов узла верхнего пояса фермы. Согласно рисунку 14 последовательность наложения сварных швов верхнего пояса аналогична как для узлов нижнего пояса.

Сваривание узлов фермы осуществляется одновременно четырьмя сварщиками в следующей последовательности (Рисунок 15) – 1→(4→5)→(6→7)→(2→3)→(8→9).

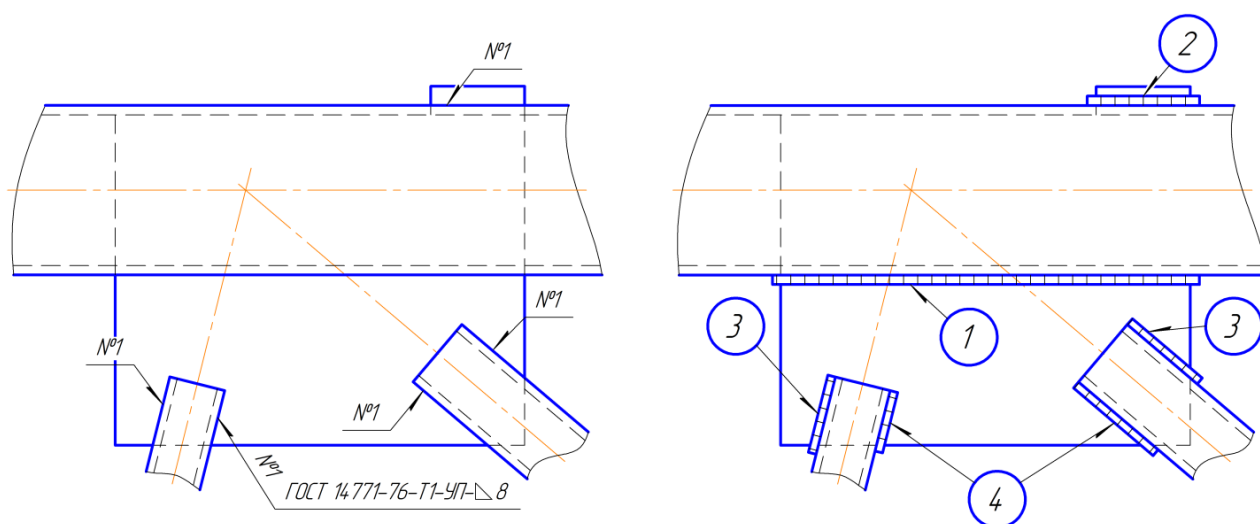


Рисунок 14 – Последовательность наложения сварных швов узла верхнего пояса фермы

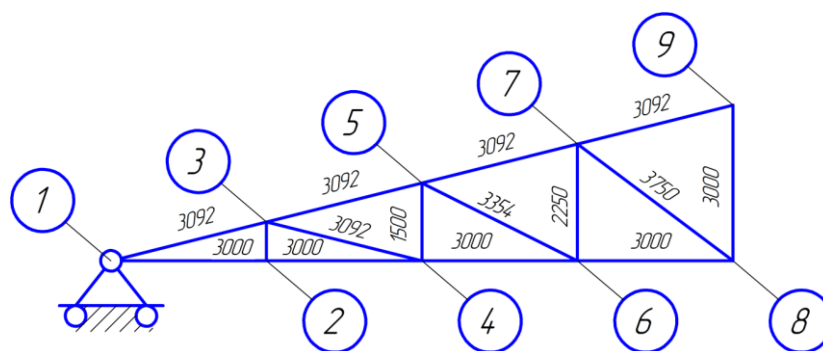


Рисунок 15 – Узлы отправочной марки фермы

Для того чтобы в процессе сварки установленные зазоры и положение деталей не изменялись, перед сваркой делают предварительную прихватку деталей (Рисунок 15). Катет шва прихваток под автоматическую и механизированную сварку должен быть 3-5 мм и при наложении основного шва прихватка должна быть переплавлена. Более подробная технология нанесения прихваток в узлах фермы приводится в КТД.

7.1 Подготовка свариваемых кромок. Зачистка и обезжиривание

Перед проведением сварочных операций свариваемые кромки заготовок, которые подлежат сборке и сварке, необходимо зачистить от загрязнений и включений до появления характерного металлического блеска на расстояние не менее 20 мм (Рисунок 16).

Для того чтобы провести обезжиривание свариваемых зачищенных кромок используется горячий щелочной состав, который наносится на поверхность металла различными способами.

Остатки щелочного раствора необходимо удалять с поверхности при помощи хлопчатобумажной ткани, которая не оставляет ворса. Этой же тканью необходимо насухо протереть металл целях удаления влаги с его поверхности.

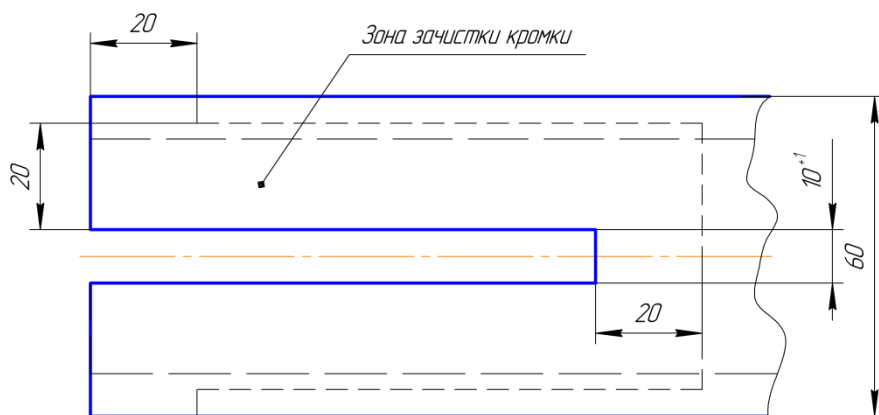


Рисунок 16 – Зона зачистки кромки

7.2 Подготовка сварочных материалов

Помещения склада, в которых хранится электродная проволока, обязательно должны быть сухими, имеющими отопление в холодное время года. В них должны поддерживаться следующие условия:

- температура воздуха должна быть более или равна 14-ти градусам Цельсия $T \geq 14\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- постоянная относительная влажность воздуха должна составлять от 50 и более процентов $\varphi \leq 50\%$.

Согласно [8] сварочная проволока сплошного сечения должна храниться в условиях, исключающих ее загрязнение или коррозию. Перед употреблением проволока должна быть проконтролирована путем внешнего осмотра на предмет определения чистоты поверхности.

Разрешается также очищать проволоку наждачной шкуркой или любыми другими способами до металлического блеска. При очистке проволоки нельзя допускать ее резких перегибов (переломов), что может нарушить нормальный процесс подачи проволоки в зону сварки.

7.3 Методы по снижению сварочных деформаций

Весь комплекс мероприятий по борьбе с деформациями и напряжениями можно разделить на три группы: мероприятия, которые реализуются до сварки; мероприятия в процессе сварки; мероприятия, проводимые после сварки. Меры борьбы с деформациями, применяемые до сварки, реализуются на стадии разработки проекта сварной конструкции и должны отвечать следующим требованиям:

1. Сварная конструкция должна иметь минимальный объем наплавленного металла. Катеты не должны превышать расчетные значения. Количество и протяженность швов должны быть минимально допустимыми.

2. Сварные швы должны быть по возможности симметрично расположены на сварной конструкции. Не рекомендуется располагать швы вблизи друг друга, иметь большое количество пересекающихся швов, без необходимости применять несимметричную разделку кромок.

Мероприятия, применяющиеся в процессе сварки, должны отвечать следующим требованиям.

1. Рациональная последовательность наложения сварных швов на конструкции и по длине. Это позволит уменьшить изгиб за счет более полной компенсации деформаций от одного шва деформациями от другого.

2. Сварку целесообразно вести в специальных приспособлениях, обеспечивающих жесткое закрепление свариваемых деталей. Это предотвращает или значительно снижает деформации изгиба и угловые деформации.

8 Контроль качества сварных соединений

Согласно РД 03-606-03 «Инструкция по визуальному и измерительному контролю» [24] проверяется поставка материала на входном контроле. Проверяется сертификат, который содержит информацию о марке стали, габаритных размерах изделия, химическом составе и содержании вредных примесей. Перед сборкой проверяется фактическое состояние изделий, определяется наличие недопустимых забоин и царапин. Также проверяется состояние изделий после сборки и после сварки.

Согласно ГОСТ 13663-86 «Трубы стальные профильные. Технические требования» [25] на поверхности горячедеформированных, электросварных, электросварных горячекалиброванных и труб печной сварки, а также холоднодеформированных труб не допускаются трещины, плены, рванины, закаты. Допускаются отдельные незначительные забоины, вмятины, риски, тонкий слой окалины, следы зачистки дефектов и мелкие плены, не выводящие толщину стенки за пределы минусовых отклонений. Отдельные незначительные забоины, окалина, следы отслоившейся окалины, не препятствующие осмотру, вмятины, следы правки, риски и следы зачистки дефектов допускаются, если они не выводят размеры труб за предельные отклонения.

Рябизна, риски и другие повреждения механического происхождения, слой окалины и следы зачистки дефектов допускаются при условии, если они не выводят размеры труб за предельные отклонения.

На внутренней поверхности труб допускается остаток грата, обусловленный способом производства. Наружный грат на трубах должен быть удален. В месте снятия грата допускается утонение стенки до 0,1 мм сверх минусового допуска.

Методом, применимым для обнаружения поверхностных дефектов сварных швов узлов конструкции фермы является капиллярный метод контроля. Он позволяет выявить дефекты сварного шва при одностороннем доступе к поверхности шва. Цветной капиллярный метод проводится согласно ГОСТ 18442-80 «Контроль неразрушающий. Капиллярные методы. Общие требования» [26], который содержит общие сведения и область применения, перечень применяемых дефектоскопических материалов, описание этапов проведения контроля, а также порог чувствительности метода. Класс чувствительности объем, периодичность и нормы оценки качества, согласно этому госту, устанавливает разработчик объекта контроля или материала, подлежащего контролю.

9 Социальная ответственность

Объектом настоящей выпускной квалификационной работы является разработка технологии сборки и сварки отправочной марки стропильной фермы. Рассматриваемая металлоконструкция представляет собой прямоугольный треугольник с катетами 12 и 3,2 м.

Поскольку в настоящей работе рассматривается промышленное производственное здание, то условиями эксплуатации конструкции будет являться окружающая среда внутреннего помещения этого здания. Следовательно, стальную конструкцию можно классифицировать как воспринимающую постоянные и временные нагрузки и воздействия, эксплуатируемую в неагрессивной среде отапливаемого помещения.

9.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

9.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе рассматривается вопрос охраны труда инженера сварочного производства на стадии создания им металлоконструкции фермы.

Рабочим местом работника на сварочном участке является специальное приспособление, которое представляет собой сварочный стол, площадь которого составляет 54,4 м². Рабочие места для дуговой сварки должны защищаться стационарными или переносными светонепроницаемыми ограждениями из негорящих материалов, высота которых должна быть не менее 2,5 м.

Ширина проходов по периметру сварочного стола должна быть не менее 1 м.

Полы для производственных помещений для выполнения дуговой сварки должны быть изготовлены из негорящих материалов с малым коэффициентом теплопроводности. Пол должен иметь ровную не скользкую и не токопроводящую поверхность.

9.2 Производственная безопасность

Рассматриваемая в настоящей выпускной квалификационной работе металлоконструкция выступает в качестве готового изделия, к которой предварительно применимы заготовительные, сборочные и сварочные операции, подразумевающие использование различного рода машины и механизмы, электроинструменты и электрооборудование. Следовательно, необходимо и целесообразно рассмотреть, и проанализировать опасные и вредные факторы, которые могут возникнуть при проведении необходимых производственных операций по созданию металлоконструкции, в целях определения методов минимизации этих факторов и защиты от них.

9.2.1 Анализ вредных и опасных факторов, возникающих при проведении электросварочных работ на производстве

В таблице 15 предоставлен список вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть при работах на заготовительном и электросварочном оборудовании на производстве.

Таблица 15 – Опасные и вредные факторы при выполнении работ по сборке и сварке конструкции стропильной фермы

Источник опасного фактора/ наименование операции	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
1. Заготовительные операции/ резка/очистка поверхности металла от загрязнений и включений;	1. Повышенный уровень шума и вибраций 2. Загрязнение воздуха металлической пылью	1. Поражение электрическим током 2. Физическое ранение быстродвижущейся острой кромкой отрезного диска	СП 2.2.2.1327 – 03 [27]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [28]. ГОСТ 12.4.021-75 [29].

Продолжение Таблицы 15

Источник опасного фактора/ наименование операции	Факторы (по ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
2. Сборочные/ сварочные операции.	1. Загрязнение воздуха рабочей зоны металлической аэрозолью 2. Повышенное содержание ультрафиолетового излучения в рабочей зоне 3. Повышенная физическая нагрузка 4. Неудовлетворительный уровень освещенности рабочего участка	1. Поражение электрическим током 2. Термическая опасность 3. Пожаровзрывоопасность	СП 2.2.2.1327 – 03 [27]. ГОСТ Р 12.1.019-2009 [28]. ГОСТ 12.4.021-75 [29].

9.2.2 Разработка и анализ мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Как было отмечено ранее, существует необходимость в более подробном рассмотрении перечня опасных и вредных факторов, которые могут возникнуть при проведении требуемых производственных операций по созданию металлоконструкции. Детальный анализ с применением технической документации поможет разработать план действий и мероприятий по снижению вредоносного воздействия факторов производства. Это создаст благоприятную рабочую среду, которая снизит уровень утомляемости работников и увеличит показатель производительности труда.

9.2.2.1 Производственный шум рабочего участка

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

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может вредно влиять на органы человека. Шумовое воздействие ухудшает точность выполнения рабочих операций, затрудняет прием и восприятие информации. Длительное воздействие шума на человека приводит его в состояние утомления, следовательно, при прочих равных условиях существует необходимость в обеспечении работника требуемыми средствами защиты от шумового воздействия, как индивидуальными, так и общетехническими конструктивными методами, и средствами объемно-пространственной шумоизоляции.

Допустимая норма уровня шума регламентируется согласно следующему документу – СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки». Максимальный уровень шума, величина которого колеблется во времени и прерывается, не должна превышать 50-55 дБА.

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

Для снижения шума в производственных помещениях применяют различные методы коллективной защиты по ГОСТ 12.1.029 [30]. Этими мерами являются:

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

- использование средств звукоизоляции и звукопоглощения;
- установка глушителей шума;
- акустическая обработка поверхностей помещения.

Для защиты от шума также широко применяются различные средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.4.051 [31].

Согласно [32] уровень шума на рабочем сборочно-сварочном участке цеха составляет не более 80 дБА и соответствует нормам.

9.2.2.2 Воздушная среда и микроклимат. Вентиляция на рабочем месте

При полуавтоматической сварке количество газов и пыли значительно меньше, чем при ручной дуговой, но все же в процессе сварки в воздух рабочей среды выделяется сварочная пыль. Сварочная пыль представляет собой аэрозоль – взвесь частиц оксидов металлов и минералов в газовой среде. Основными составляющими аэрозоля являются оксиды железа (до 70%), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредны соединения хрома, марганца и фтора. На рабочем месте допускаются следующие: предельные концентрации веществ в воздухе (в мг/м³): марганец и его соединения – 0,30; хром и его соединения – 0,10; свинец и его соединения – 0,01; цинковые соединения – 5,00; оксид углерода-20,00; фтористый водород – 0,50; оксид азота – 5,00.

Концентрация нетоксичной пыли более 10 мг/м³ не допускается. Однако если содержание кварца в пыли превышает 10%, то концентрация нетоксичной пыли допускается только до 2 мг/м³.

Нормирование параметров микроклимата заключается в установлении их оптимальных или допустимых величин в отношении конкретных производственных условий. Оно проводится с учетом следующих характеристик: степени тяжести выполняемой работы; времени года; количества избыточного тепла, поступающего в рабочую зону от оборудования (СанПиН 2.2.4.548-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений» [33]).

Оптимальные и допустимые параметры микроклимата в рабочей зоне производственных помещений в теплый и холодный периоды приведены в таблице 16.

Таблица 16 – Оптимальные и допустимые микроклиматические условия в рабочей зоне для помещений (согласно СанПиН 2.2.4.548-96)

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

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

Согласно [32] показатели концентрации токсичных веществ и микроклиматические условия на рабочем месте сборочно-сварочного участка цеха не превышает допустимые значения и соответствует нормам.

9.2.2.3 Поражение электрическим током и УФ излучением

При исправном состоянии оборудования и правильном выполнении сварочных операций возможность поражения электрическим током исключается. Но все же, оно возможно и происходит при прикосновении к токоведущим частям электропроводки и сварочной аппаратуры.

Напряжение холостого хода выбранного в ходе работы источника питания сварочной дуги достигает 67 Вольт. Следует учесть тот факт, что данное напряжение весьма опасно для человеческого организма. Токи более 0,05 А могут вызвать тяжелые последствия и даже смерть.

Поражение электрическим током возникает при замыкании электрической цепи сварочного аппарата через тело человека. Причинами являются: недостаточная электрическая изоляция аппаратов и питающих проводов, плохое состояние спецодежды и обуви сварщика, сырость и теснота помещений и другие факторы.

Следовательно, во избежание поражения электрическим током во время проведения электросварочных работ необходимо соблюдать следующие условия:

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

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

- для подключения источников сварочного тока к сети должны использоваться настенные ящики с рубильниками, предохранителями и зажимами. Длина проводов сетевого питания не должна быть более 10 м. При необходимости нарастить провод применяют соединительную муфту с прочной изоляционной массой или провод с электроизоляционной оболочкой. Провод подвешивают на высоте 2,5...3,5 м.

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

- электрододержатель должен быть снабжен полностью изолированной рукояткой. Место крепления сварочного провода к держателю также должно быть надежно изолировано;

- спецодежда электросварщика должна быть сухой и исправной. Куртка, брюки, фартук и рукавицы должны быть из брезента или сукна. Ботинки или кожаные сапоги должны иметь кожаную подошву, прикрепленную деревянными гвоздями. Резиновые подошвы ботинок и сапог должны быть приклеены путем горячей вулканизации или клеем;

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

Ультрафиолетовые лучи при действии даже в течение нескольких секунд вызывают заболевание глаз, называемое электрофтальмией. Оно сопровождается острой болью, резью в глазах, слезотечением, спазмами век. Более продолжительное облучение ультрафиолетовыми лучами вызывает ожоги кожи. Инфракрасные лучи при длительном воздействии вызывают помутнение хрусталиков глаза (катаракту), а также ожоги кожи лица.

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

9.2.2.4 Освещенность рабочего участка производства

По категории зрительных работ полуавтоматическая сварка относится к восьмой категории – «общее наблюдение за прохождением процесса» (постоянный надзор). Согласно СНиП 23-05-95 [34] требования к освещению помещений промышленных предприятий приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Требования к освещению помещения промышленных предприятий

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

9.3 Экологическая безопасность

9.3.1 Влияние производственного процесса на окружающую среду

При выполнении сварочных операций атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем. В его составе находятся вредные для здоровья оксиды металлов.

При механизированной сварке в среде углекислого газа плавящейся электродной проволокой Св-08Г2С значение показателей удельного количества выделяемых загрязняющих веществ в атмосферу не превышает допустимых пределов, и составляет меньший показатель загрязнения по сравнению с ручной дуговой сваркой покрытыми электродами УОНИ 13/55.

В связи с тем, что при МП сварке в среде защитного газа не образуется шлаковая корка, а также отсутствует необходимость в утилизации остатков электродов (по причине их отсутствия) влияние на почвенные и водные ресурсы отсутствуют.

9.3.2 Применяемые мероприятия по защите окружающей среды

Для уменьшения концентрации вредных веществ на рабочих местах при производстве до предельно допустимых величин применяются местные воздухоотводы (вытяжные панели и фильтровытяжные агрегаты, вытяжные шкафы и др.). Задачей вентиляции является обеспечение чистоты воздуха и заданных метеорологических условий в производственных помещениях. Вентиляция достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха. Воздух, удаляемый системами вентиляции и содержащий пыль, вредные или неприятно пахнущие вещества, перед выбросом в атмосферу должен очищаться при помощи фильтрующих материалов и устройств с целью обеспечения минимального нецеленаправленного распространения выбрасываемых вредных веществ в атмосферный воздух близлежащих населенных пунктов.

9.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

9.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть при проведении электросварочных работ на производстве

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-94 ЧС - это нарушение нормальных условий жизни и деятельности людей на объекте или определенной территории (акватории), вызванное аварией, катастрофой, стихийным или экологическим бедствием, эпидемией, эпизоотией (болезнь животных), эпифитотией (поражение растений), применением возможным противником современных средств поражения и приведшее или могущее привести к людским или материальным потерям.

Наиболее вероятными чрезвычайными ситуациями на машиностроительном производстве могут являться следующие ситуации:

- пожар;
- взрыв;
- внезапное обрушение зданий, сооружений;
- различного рода аварии (радиационная, промышленная, химическая, биологическая, транспортная).

Основными причинами возникновения обрушения сооружения (сварного – в контексте данной работы), возникающее в процессе его эксплуатации, могут являться:

- физический износ используемого на предприятии оборудования и низкое качество применимого сварочного материала, приводящий к получению конструкции сооружения в качестве готового изделия с низкими прочностными характеристиками и эксплуатационными показателями;
- низкое качество материала конструкции, несоответствующее сертификату входного контроля;
- несоблюдение технологии сварки, приводящее к созданию металлоконструкции, несоответствующей поставленным требованиям по качеству.

Разрушение рабочих сварных соединений влечет за собой выход из строя конструкции фермы в целом. Это может привести к частичному или полному разрушению сооружения, что повлечет за собой угрозу здоровью и жизни, находящемуся в производственном помещении персоналу. Следовательно, при сборке и сварке металлоконструкции следует в полной мере следовать технологии, прописанной в комплекте технологической документации.

Взрыво- и пожароопасные ситуации возможны при несоблюдении правил техники безопасности на рабочем месте, и в особенности при неосторожном обращении со сварочными материалами и оборудованием. Пожар – это неконтролируемое горение, причиняющее вред здоровью человека либо имуществу.

Пожарная безопасность – состояние объекта, при котором исключается возможность пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей и имущества. Пожарная безопасность обеспечивается системой предотвращения пожара и системой пожарной защиты. Во всех служебных помещениях обязательно должен присутствовать «План эвакуации людей при пожаре», регламентирующий действия персонала в случае возникновения возгорания и указывающий места расположения противопожарной техники.

9.4.2 Применяемые мероприятия по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

С целью предотвращения пожаров необходимо осуществлять проверку на отключение всех электронагревательных приборов, электроустановок, а также силовой и осветительной сети при покидании рабочего помещения. Также, во избежание пожароопасных ситуаций, инженер сварочного производства обязан следовать правилам техники безопасности на рабочем месте, согласно установленным предприятием требованиям.

При проведении сварочных работ рабочие должны быть обеспечены спецодеждой, не имеющей следов нефтепродуктов, защитными масками (очками) и другими специальными средствами защиты.

При проведении сварочных работ на рабочем месте должны быть размещены первичные средства пожаротушения.

В нашем случае оборудуем участок специальными средствами пожаротушения:

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

В случае возникновения пожара необходимо выполнить следующие действия:

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

10 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью выполнения данного раздела является расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса изготовления сварной стропильной фермы.

Проектирование и изготовление требует привлечения финансовых затрат и трудовых ресурсов, которые должны быть экономически оправданы. Это значит, что от внедрения технологичного приспособления и оборудования на предприятии должен оправдывать затраты на создание и внедрение на предприятии.

1) Расчет себестоимости изготовления конструкции сварной стропильной фермы

2) Анализ потенциальных рисков, связанных с появлением конкурентоспособных технологий, и разработка мер по управлению ими.

10.1 Расчет себестоимости продукции

В себестоимость изготовления металлоконструкции входят:

- материальные затраты;
- затраты на электроэнергию;
- расходы на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- накладные расходы.

10.2.1 Материальные затраты

Материальные затраты на изготовление сварной конструкции включают в себя:

- затраты на основной конструкционный материал;
- затраты на основной сварочный материал;
- затраты на вспомогательный материал.

10.2.1.1 Затраты на основной конструкционный материал

В качестве основного конструкционного материала применяется прокат:

- 1) Труба профильная квадратная сталь Ст3сп ГОСТ 8639-82.

Таблица 18 – Характеристики трубного проката

№ Профиля	Погонная масса, кг/м	Площадь сечения F, см ²	Суммарная длина элементов фермы, м	Масса группы элементов фермы, кг	Стоимость 1 м проката, руб
№180	52,03	66,28	25,00	1277,85	3450
№150	42,61	54,28	23,00	968,95	2774
№80	18,97	24,17	16,00	302,95	1184
№60	12,20	15,54	12,30	148,96	833

- 2) Лист горячекатаный сталь Ст3сп ГОСТ 19903-2015.

Таблица 19 – Характеристики листового проката

Прокат	Масса 1м ² , кг	Масса листа, кг	Количество листов, шт	Масса листов, кг
6000x1500x10	78,7	708,3	1	708,3
6000x1500x5	39,61	354,15	1	354,15

Таблица 20 – Прейскурант за 1 кг листового проката [37]

№ Листа	№10	№5
Стоимость, руб	69	69

Расчёт программы выпуска с учетом запасных частей производится по формуле:

$$Q = Q_1 \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (31)$$

где Q_1 – годовая программа запуска изделий, шт;

β – необходимое количество запасных частей;

$$Q = 164 \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right) = 200 \text{ шт/год.}$$

Потребность в основных материалах на годовую программу рассчитывается по формуле:

$$C_{м.і} = \sum_{i=1}^n (l_{zi} \cdot \Pi_{zi} \cdot N - l_{отхi} \cdot \Pi_{отхi}) \cdot K, \quad (32)$$

где $C_{м.і}$ – стоимость материала i -го проката;

l_{zi} – длина i -го трубного профиля, м;

Π_z – цена погонного метра i -го трубного профиля, руб/м;

N – количество заготовок, шт;

$l_{отх}$ – длина отходов, м;

$\Pi_{отх}$ – цена отходов, руб/кг;

K – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

$$C_{м.тр.} = ((25,00 \cdot 3450 \cdot 1 - 0,4 \cdot 3450) + (23,00 \cdot 2774 \cdot 1 - 0,26 \cdot 2774) + (16,00 \cdot 1184 \cdot 1) + (12,30 \cdot 833 \cdot 1)) \cdot 1,20 = 213 \text{ тыс. руб/шт.}$$

$$C_{м.л.} = ((708,3 \cdot 69 \cdot 1 - 72,78 \cdot 69) + (354,15 \cdot 69 \cdot 1 - 18,73 \cdot 69)) \cdot 1,20 = 81 \text{ тыс. руб/шт.}$$

$$C_{к.м.} = C_{м.тр.} + C_{м.л.} = 294 \text{ тыс. руб/шт.}$$

10.2.1.2 Затраты на основной сварочный материал

Стоимость основного сварочного материала определяется по формуле:

$$C_{п.с.} = G_n \cdot K_p \cdot \Pi_{п.с.} \quad (33)$$

где G_n – масса наплавленного металла, кг;

K_p – коэффициент расхода сварочной проволоки;

$\Pi_{п.с.}$ – стоимость сварочного материала [38], руб/кг.

Масса наплавленного металла была рассчитана ранее по формуле 23 [Раздел 5, Пункт 5.2]. Согласно расчетам, на изготовление стропильной фермы расходуется 12,7 кг наплавочной проволоки.

$$C_{п.с.} = 12,7 \cdot 1,088 \cdot 106 = 1500 \text{ руб/шт.}$$

10.2.1.3 Затраты на вспомогательный материал

Стоимость вспомогательного сварочного материала определяется по формуле:

$$C_{з.г.} = Q_{з.г.} \cdot \Pi_{з.г.} \cdot t_0 \quad (34)$$

где $Q_{з.г.}$ – удельный расход защитного газа, л/мин;

$\Pi_{з.г.}$ – стоимость защитного газа [39], руб/л.

t_0 – основное время сварки в защитном газе, мин.

$$C_{з.г.} = 15 \cdot 0,04 \cdot 2825 = 1700 \text{ руб/шт.}$$

10.2.2 Затраты на технологическую электроэнергию

Затраты на технологическую электроэнергию для сварочного процесса определяются по формуле:

$$З_{втэ} = \left[\frac{U_{ci} \cdot I_{ci} \cdot t_{ci} \cdot l_{ci}}{\eta_u \cdot 1000} + P_x \cdot \left(\frac{T_0}{K_u} - T_0 \right) \right] \cdot \Pi_э, \quad (35)$$

где U_{ci} и I_{ci} – электрические параметры сварки;

T_0 – основное время сварочной операции;

η_u – КПД сварочного оборудования, $\eta_u = 0,96\%$;

P_x – мощность холостого хода источника, $P_x = 0,4$ Вт.

l_{ci} – длина сварного шва, м/изделие,

$l_{ш1} = 19,86$ м, $l_{ш2} = 45,86$ м;

K_u – коэффициент, учитывающий простой оборудования,

$K_u = 0,5$.

t_{ci} – время горения дуги;

$\Pi_э$ – средняя стоимость 1кВт/ч электроэнергии на предприятии.

Определение основного времени на сварку ведется по следующей формуле:

$$t_c = \sum \frac{60}{v_{св}}, \quad (36)$$

где $v_{св}$ – скорость перемещения сварочной горелки вдоль сварного шва, см/с;

Для таврового соединения с длиной угловых $l_{ш1} = 19,86$ м и катетом 4мм расчетная скорость сварки составляет $v_{ср1} = 1,20$ см/с = 43,2 м/ч. Для таврового соединения с длиной угловых швов $l_{ш2} = 45,86$ м с катетом 8мм расчетная скорость сварки составляет $v_{ср2} = 0,30$ см/с = 10,8 м/ч соответственно.

Следовательно, итоговые затраты на технологическую электроэнергию будут складываться из затрат электроэнергии на проведение двух различных процессов сварки, отличающихся основным времени на сварку и протяженностью свариваемых швов.

$$З_{втэ1} = \left[\frac{28,63 \cdot 329 \cdot 1,4 \cdot 19,86}{0,96 \cdot 1000} + 0,4 \cdot \left(\frac{2,04}{0,5} - 2,04 \right) \right] \cdot 3,42 = 980 \text{ руб/шт.}$$

$$З_{втэ1} = \left[\frac{28,63 \cdot 329 \cdot 5,5 \cdot 45,86}{0,96 \cdot 1000} + 0,4 \cdot \left(\frac{2,04}{0,5} - 2,04 \right) \right] \cdot 3,42 = 8900 \text{ руб/шт.}$$

$$З_{втэ.сумм.} = 9900 \text{ руб/шт.}$$

10.2.3 Расходы на оплату труда основных рабочих

Затраты на заработную плату определяются по формуле:

$$C_{з.п.} = З_{полн} \cdot n_p, \quad (37)$$

где $З_{полн}$ – заработная плата непосредственно участвующих в выполнении работ технологического процесса изготовления изделия (включая премии, доплаты);

n_p – количество рабочих, участвующих в технологическом процессе.

$$З_{полн} = З_{осн} + З_{доп}, \quad (38)$$

где $З_{осн}$ – основная заработная плата рабочих;

$З_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

$$З_{осн} = З_{тч} \cdot k_{пр} \cdot k_d \cdot t, \quad (39)$$

где $З_{тч}$ – часовая тарифная ставка, руб/ч.

$k_{пр}$ – коэффициент, учитывающий процент премии, $k_{пр} = 0,3$;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, $k_d = 0,2 \cdot Z_{тч}$;

t – месячный фонд рабочего времени, ч/месяц.

$$Z_{доп} = 0,12 \cdot Z_{осн}. \quad (40)$$

$$Z_{осн} = 60 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 60 \cdot 160 = 34,6 \text{ тыс. руб/месяц.}$$

$$Z_{полн} = Z_{осн} + 0,12 \cdot Z_{осн} = 30,7 + 0,12 \cdot 30,7 = 38,8 \text{ тыс. руб/месяц.}$$

$$C_{з.п.} = 34,4 \cdot 4 = 155 \text{ тыс. руб/месяц.}$$

10.2.4 Определение страховых взносов

Размер страховых взносов определяется по формуле:

$$C_{с.о.} = Z_{полн.} \cdot k_{с.в.}, \quad (41)$$

где $k_{с.в.}$ – коэффициент отчислений во внебюджетные фонды, $k_{с.в.} = 31,5\%$.

Затраты на страховые взносы основных производственных рабочих по технологическому процессу:

$$C_{с.о.} = 155 \cdot 0,315 = 48,8 \text{ тыс. руб/месяц.}$$

10.2.5 Накладные расходы

Накладные расходы определяются по формуле:

$$H_p = C_{пр} + C_{о.х.}, \quad (42)$$

где $C_{пр}$ – общепроизводственные расходы;

$C_{о.х.}$ – общехозяйственные расходы.

$$C_{пр} = Z_{осн} \cdot 0,5.$$

$$C_{о.х.} = Z_{осн} \cdot 0,7.$$

$$H_p = Z_{осн} \cdot 1,5 = 155 \cdot 1,2 = 186 \text{ тыс. руб/месяц.}$$

Расчеты сметы себестоимости представлены в таблице 22.

Таблица 21 – Расчет бюджета затрат на изготовление сварной стропильной фермы по разработанной технологии

Наименование статьи расходов	Сумма, тыс.руб	Примечания
1. Затраты на материалы	297,2	Пункт 10.2.1
2. Затраты на электроэнергию	9,9	Пункт 10.2.2
3. Расходы на оплату труда основных рабочих	12,0	Пункт 10.2.3
4. Отчисления в страховые фонды	3,8	31,4% от ст. 3
5. Накладные расходы	14,3	Пункт 10.2.5
Итого	337,2	100%

10.3 Определение цены продукта и прибыли от реализации

Расчет прибыли осуществляется по формуле:

$$П = \frac{P}{100} \cdot C, \quad (45)$$

где C – себестоимость, тыс.руб/шт;

P – рентабельность предприятия.

$$П = \frac{35}{100} \cdot 337,2 = 118 \text{ тыс. руб/шт.}$$

Годовая прибыль соответственно будет составлять:

$$П_{\Gamma} = П \cdot Q_{\text{вып.}} \quad (46)$$

$$П_{\Gamma} = 118 \cdot 200 = 23,6 \text{ млн. руб/год.}$$

Оптовая цена готового изделия от предприятия включает полную себестоимость и прибыль:

$$Ц_{\text{опт.}} = C + П. \quad (47)$$

$$Ц_{\text{опт.}} = 337,2 + 118 = 455,2 \text{ тыс. руб/шт.}$$

10.4 Анализ потенциальных рисков

На пути реализации проекта могут возникнуть разного рода риски, представляющие опасность того, что поставленные цели проекта могут быть не достигнуты полностью или частично. Полностью избежать риска практически невозможно, но снизить их угрозу руководитель способен, уменьшая действие неблагоприятных факторов. Необходимо в этом разделе составить перечень простых рисков, а также мероприятия по их снижению.

На данный момент единой классификации проектных рисков предприятия не существует. Однако можно выделить следующие основные риски, присущие практически всем проектам:

- маркетинговый риск;
- риск несоблюдения графика проекта;
- риск превышения бюджета проекта, а также б;
- общеэкономические риски;

Результатом качественного анализа рисков является описание неопределенностей, присущих проекту, причин, которые их вызывают, и, как результат, рисков проекта.

Таблица 22 – Виды рисков и меры по ограничению их последствий

Виды рисков	Меры по ограничению последствий рисков
– Появление альтернативного продукта; – Снижение платежеспособности потребителей; – Изменения законодательства; – Непредвиденные обстоятельства (аварии, стихийные бедствия, политическая нестабильность); – Рост цен на ресурсы; – Небрежность и недобросовестность работников; – Нарушение технологии или освоение новой технологии.	– Изучение изменений в российском законодательстве; – Расширение состава поставщиков; – Создание резерва для покрытия непредвиденных расходов; – Систематическое изучение конъюнктуры рынка; – Обучение персонала работе на новом технологическом оборудовании; – Определение мер воздействия к неисполнительным работникам; – Активные маркетинговые действия.

В ходе выполнения данного раздела выпускной квалификационной работы был определен расчет экономической целесообразности проектируемого технологического процесса изготовления сварной стропильной фермы.

Кроме этого была рассчитана калькуляция технологических процессов, которая включает материальные затраты, затраты по заработной плате исполнителей, отчисления во внебюджетные фонды и накладные расходы. Выведен экономический эффект, проектируемого технологического процесса.

Заключение

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы был решен перечень задач:

- назначен материал конструкции;
- выбран способ получения сварных соединений;
- выполнить подбор сварочных материалов и оборудования;
- осуществлен расчет количества основного и сварочного материалов, необходимых для изготовления перекрытия;
- определена последовательность выполнения сварных швов отправочной марки;
- разработан комплект технологической документации на сборку и сварку стропильной фермы.

Список используемых источников

1. Федеральная служба государственной статистики. Раздел Строительство [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:
http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/enterprise/building/
2. ГОСТ 27751-88 Надежность строительных конструкций и оснований.
3. ГОСТ Р 54384-2011. Сталь. Определение и классификация по химическому составу и классам качества
4. Wikipedia. Ферма (конструкция) [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/>
5. ГОСТ 8639-82 Трубы стальные квадратные. Сортамент.
6. ГОСТ 8509-93 Уголки стальные горячекатаные равнополочные. Сортамент.
7. Советченко Б.Ф. Проектирование стального перекрытия промышленного здания. Учебно-методическое пособие. – М.: Издательство Томского Политехнического Университета, 2009 г. – 64с.
8. РД 34.15.132-96 Сварка и контроль качества сварных соединений металлоконструкций зданий при сооружении промышленных объектов.
9. ГОСТ 380-2005 Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки.
10. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций.
11. ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007 Требования к качеству выполнения сварки плавлением металлических материалов.
12. ГОСТ 29273-92 Свариваемость. Определение.
13. Куликов В.П. Технология сварки плавлением и термической резки. – М.: ИНФРА-М, 2016 г. – 463 с.

14. Полуавтомат EVOSPARK EVOMIG 650 PRO AI [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

<https://www.svarbi.ru/cat/svarochnye-invertory-mig-mag/31107/>

15. ГОСТ Р ИСО 14175-2010 Материалы сварочные. Газы и газовые смеси для сварки плавлением и родственных процессов.

16. Углекислота в баллонах[Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

<http://www.kislород-servis.ru/tomsk/svarochnye-smesy>

17. Сварочные смеси в баллонах AR+CO₂ 80/20 [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

https://www.centrogas.ru/catalog/grd/gruppa_svarochnaya_smesq.html

18. ГОСТ 8050-85 Двуокись углерода газообразная и жидкая. Технические условия.

19. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия. Межгосударственный стандарт.

20. Р.Ф. Катаев. Расчет основных параметров режима механизированной дуговой сварки плавящимся электродом. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. – М.: УГТУ-УПИ, 2009 г. – 37с.

21. Трущенко Е.А. Технологические особенности сварки давлением и плавлением. Учебно-методическое пособие. – М.: НИТПУ, 2010 г. – 80с.

22. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.

23. ГОСТ 19903-2015 Прокат листовой горячекатаный. Сортамент.

24. РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.

25. ГОСТ 13663-86 Трубы стальные профильные. Технические требования.

26. ГОСТ 18442-80 Контроль неразрушающий. Капиллярные методы.

27. СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочему инструменту.

28. ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

29. ГОСТ 12.4.051 Система стандартов безопасности труда. Средства индивидуальной защиты.

30. ГОСТ 12.1.029 Система стандартов безопасности труда.

31. ГОСТ 12.4.051 Средства индивидуальной защиты органов слуха

32. Специальная оценка условий труда на предприятии АО «Сибстальконструкция» 2018г.

33. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

34. СНиП 23-05-95 Естественное и искусственное освещение.

35. ГОСТ 3.1109 82 Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий.

36. Труба профильная квадратная [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

<https://steel-ex.ru/truby/truba-profilnaya-kvadratnaya/>

37. Прокат листовой горячекатаный [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

<https://steel-ex.ru/rolled-metal/list-goryachekatanyy/>

38. Проволока сварочная омедненная Св-08Г2С [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

<https://eko-teh.ru/provoloka-sv08g2s-o-2-0mm-18kg>

39. Углекислота в баллонах [Электронный ресурс] – режим доступа к стр.:

<http://www.kislorod-servis.ru/tomsk/uglekislota>

40. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

41. ГОСТ 19.102-77 ЕСПД Стадии разработки.
42. ГОСТ 26047-2016 Конструкции строительные стальные. Условные обозначения.
43. ГОСТ Р 54257-2010 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования.
44. В.А. Фролов, В.Р. Петренко и др. Технология сварки плавлением и термической резки металлов. Учебное пособие. – М.: ИНФРА-М, 2014 г. – 448 с.
45. Г.А. Николаева и др. Сварка в машиностроении. Справочник. – М.: Машиностроение, 1978 г. – 462с.
46. Акулов А.И. Технология и оборудование сварки плавлением. Учебник для студентов вузов. – М.: Машиностроение, 1977 г. – 432с.

Приложение А

Чертеж общего вида отправочной марки фермы

Приложение Б

Спецификация

Приложение В

Комплект технологической документации

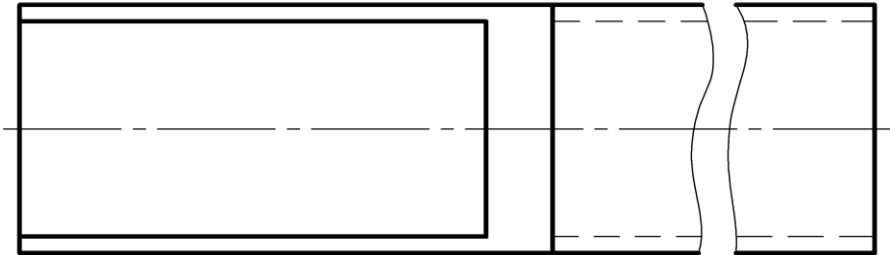
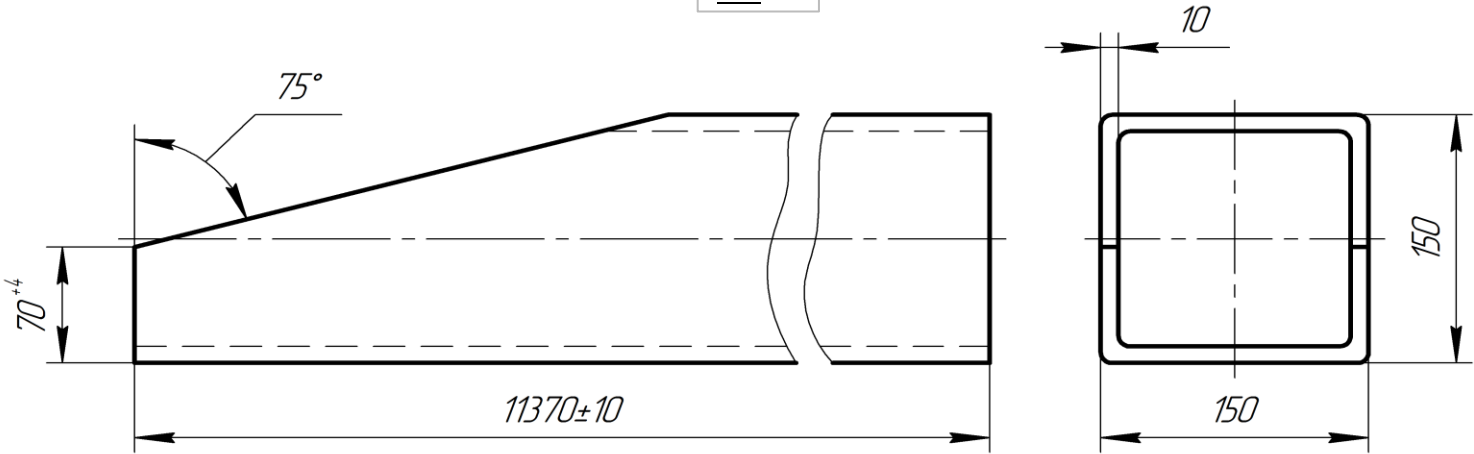
Формат		Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.							
					Документация		
	A1			ФЮРА.6128.014.В0	Чертеж общего вида		
					Детали		
			1	ФЮРА.6128.014.01	Заглушка 210x210x5	4	
			2	ФЮРА.6128.014.02	Заглушка 180x180x5	4	
			3	ФЮРА.6128.014.03	Заглушка 110x110x5	12	
Справ. №			4	ФЮРА.6128.014.04	Заглушка 90x90x5	16	
			5	ФЮРА.6128.014.05	Накладка 555x200x5	1	
			6	ФЮРА.6128.014.06	Накладка 540x170x5	1	
			8	ФЮРА.6128.014.08	Плита 250x250x32	2	
			9	ФЮРА.6128.014.09	Фасонка 1020x495x10	2	
			10	ФЮРА.6128.014.10	Фасонка 890x340x10	2	
			11	ФЮРА.6128.014.11	Фасонка 665x365x10	1	
			12	ФЮРА.6128.014.12	Фасонка 570x370x10	2	
			13	ФЮРА.6128.014.13	Фасонка 550x350x10	2	
			14	ФЮРА.6128.014.14	Фасонка 450x380x10	2	
Подп. и дата			15	ФЮРА.6128.014.15	Фасонка 435x380x10	2	
			16	ФЮРА.6128.014.16	Фасонка 515x335x10	1	
			17	ФЮРА.6128.014.17	Фасонка 285x230x10	2	
					Стандартные изделия		
			18		Труба квадратного сечения 180x180x10	2	12280мм
					ГОСТ 8639-82		
	Инв. №						
Взам. инв. №							
Подп. и дата							
Инв. № подл.							
Изм.							
Лист							
№ докум.							
Подп.							
Дата							
Отправочная марка фермы							
Лит.							
Лист							
Листов							
ИШНКБ							
3-1841							

Деталь			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	3
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	---

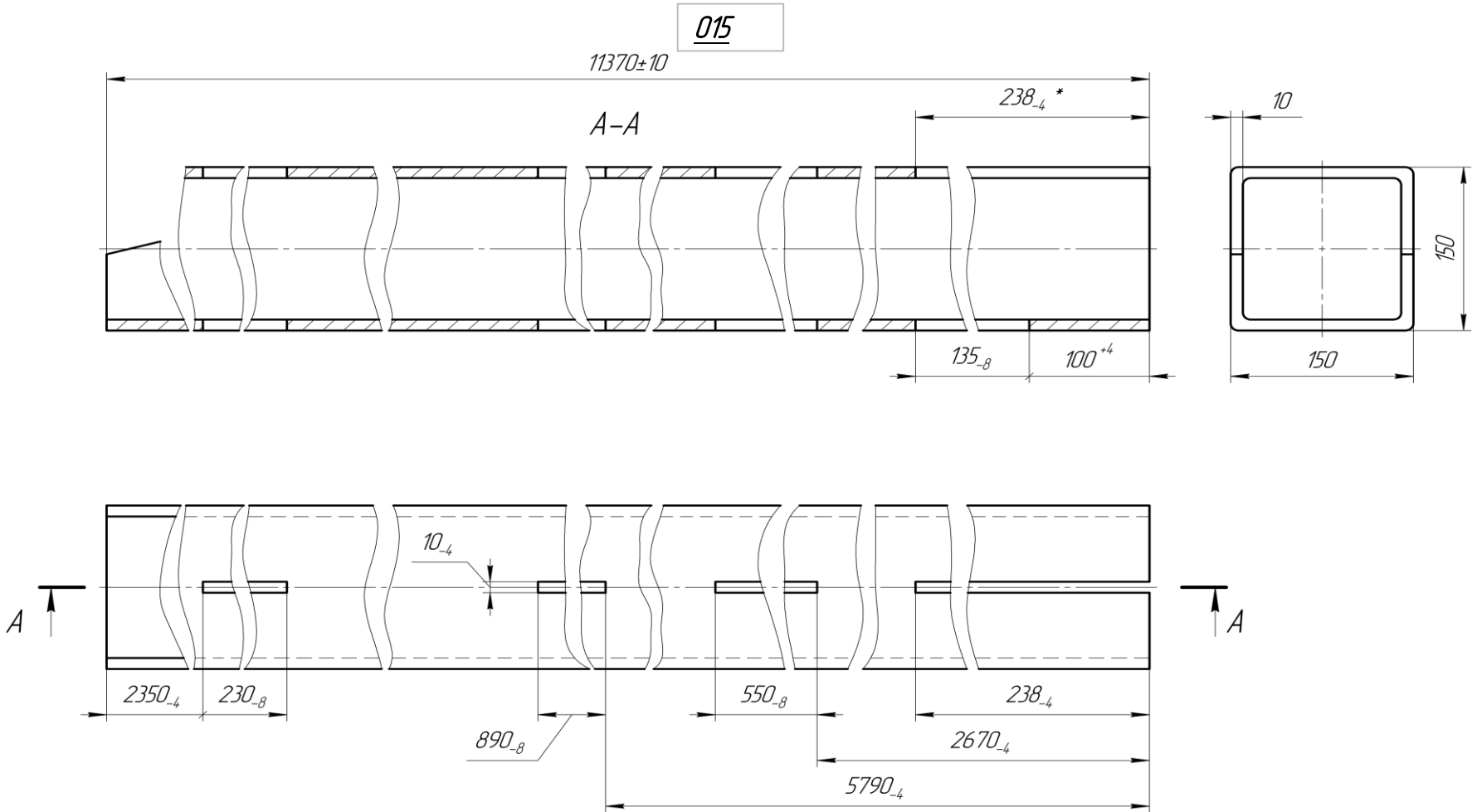
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.003	

010



Дудл.			
Взам.			
Подл.			

							ФЮРА 02290.14	4
						Узлы стропильной фермы	ФЮРА 20290.004	

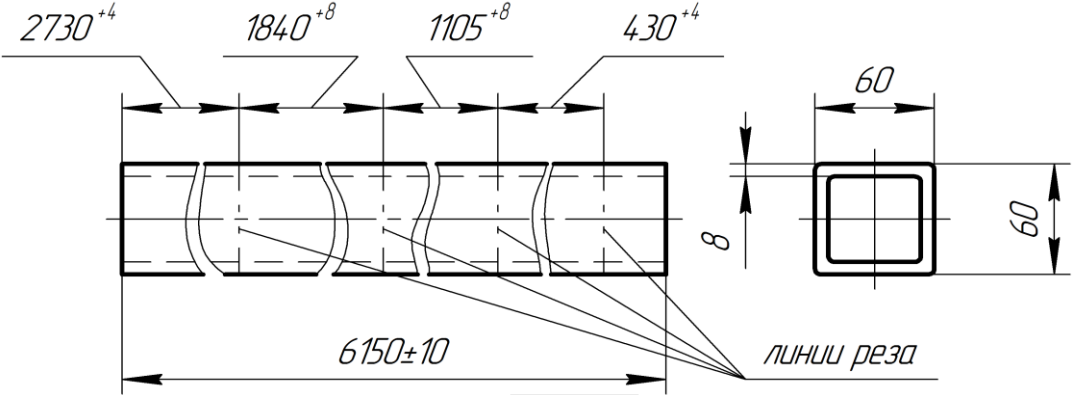


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

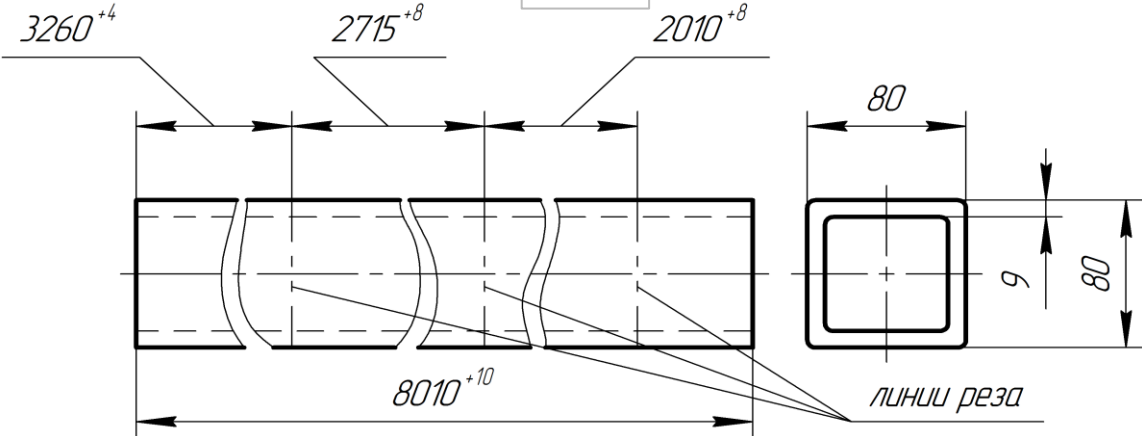
--	--	--	--	--	--

							ФЮРА 02290.14	5
						Узлы стропильной фермы	ФЮРА 20290.005	

020



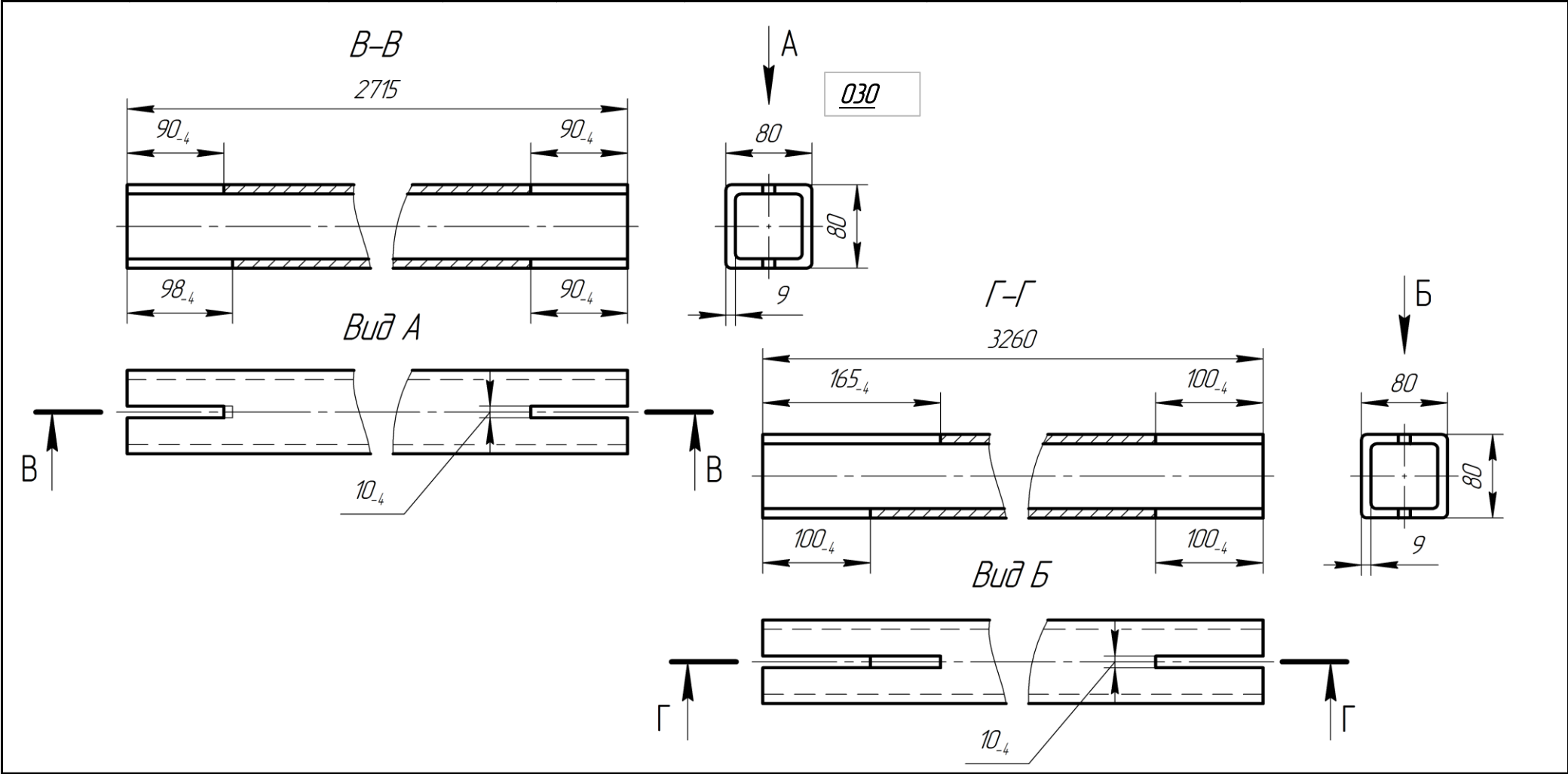
025

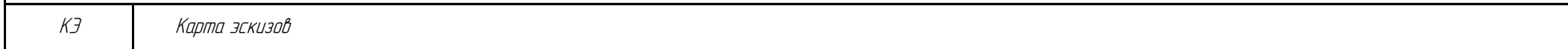


Дубл.			
Взам.			
Подл.			

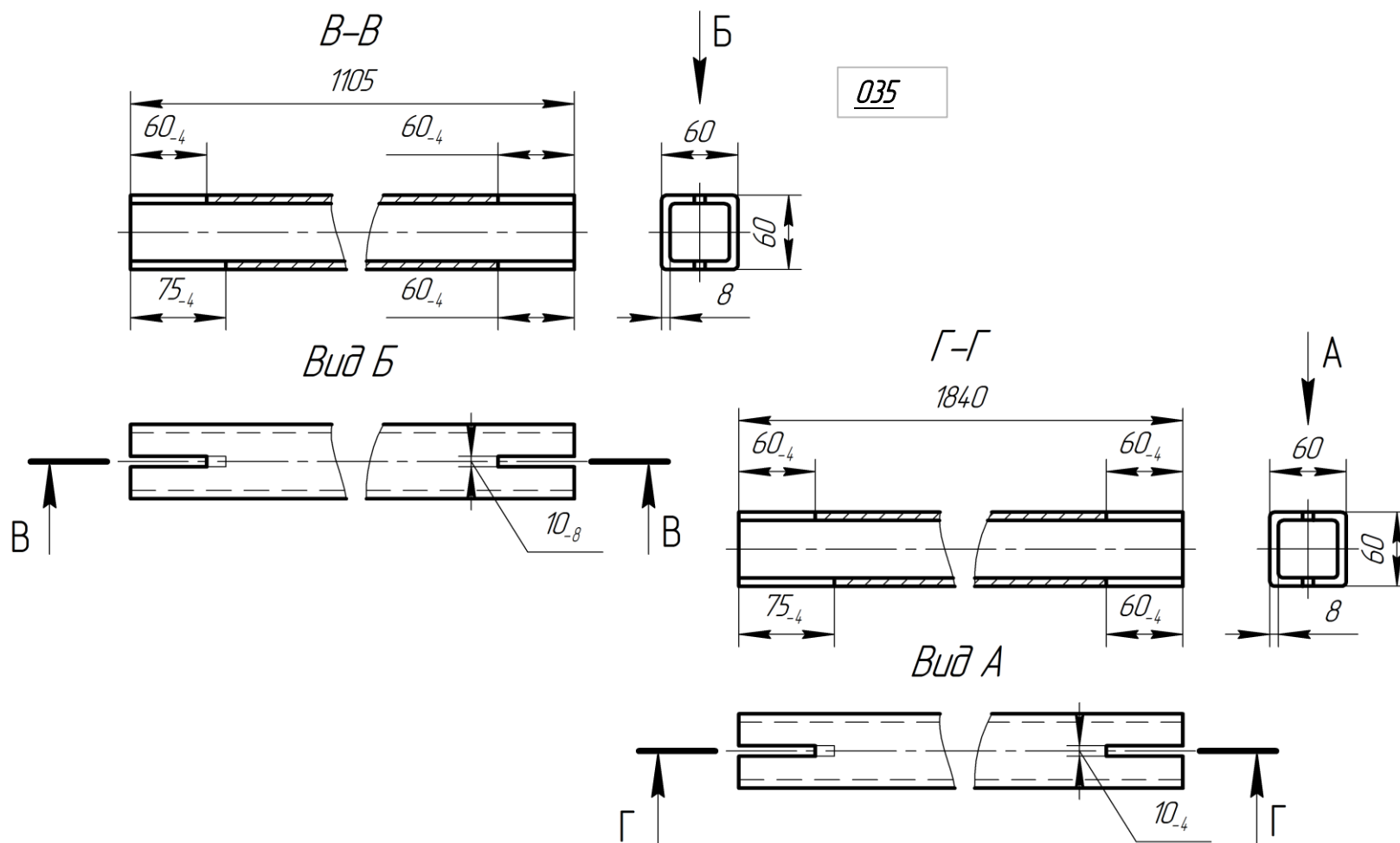
--	--	--	--	--	--

							ФЮРА 02290.14	6
						Узлы стропильной фермы	ФЮРА 20290.006	





Дудл.			
Взам.			
Подл.			

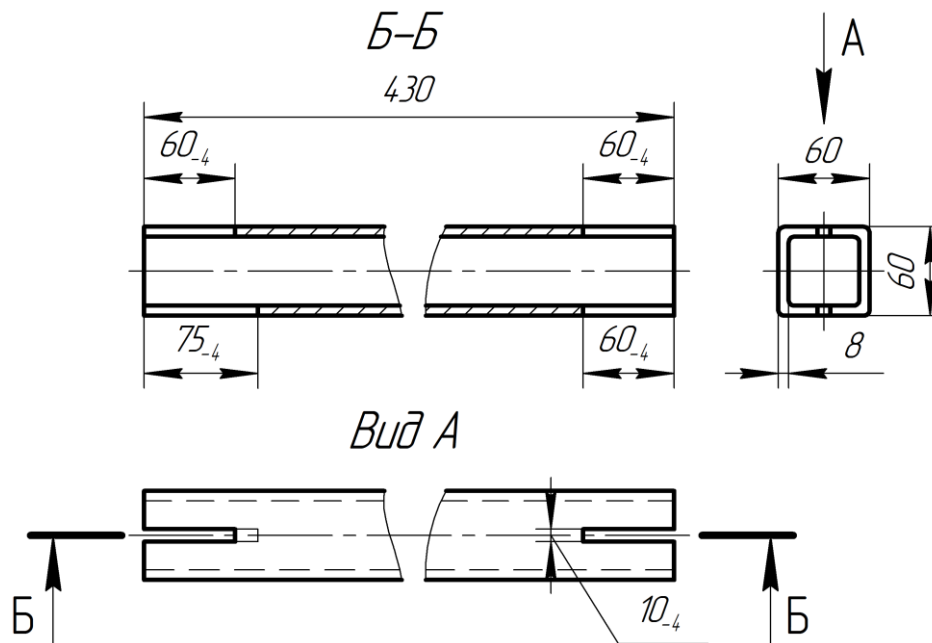


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

9

ФЮРА 20290.009

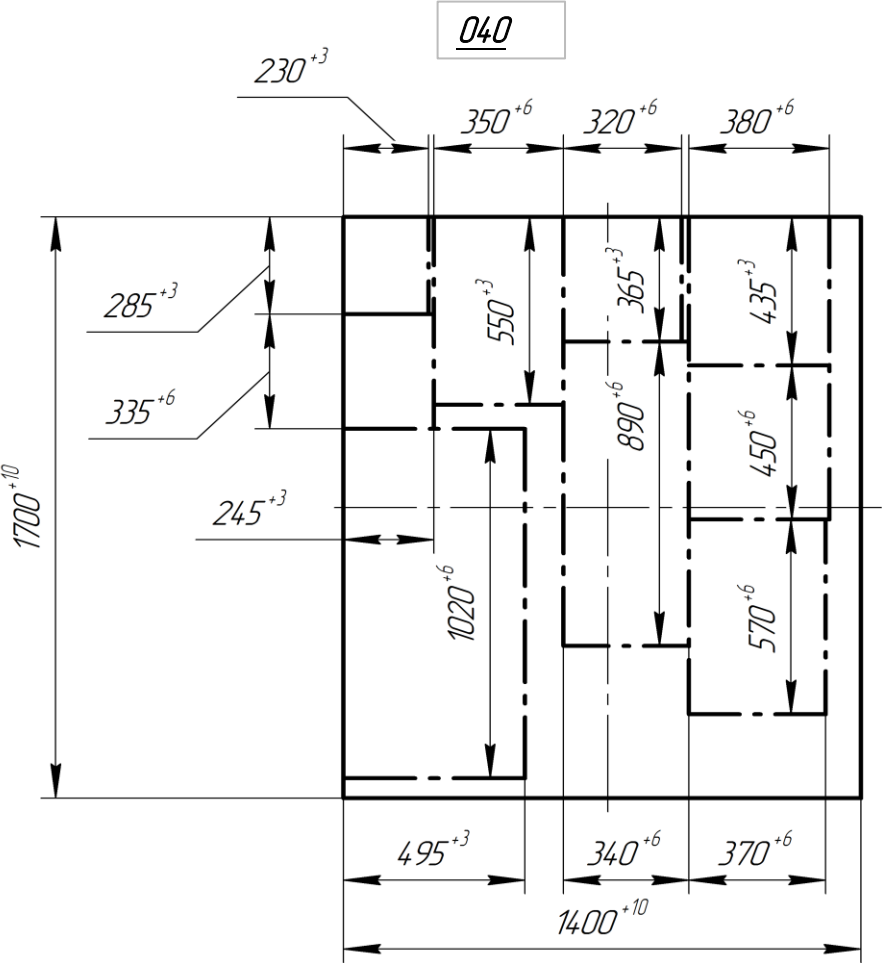
Б-Б
430



Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	10
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

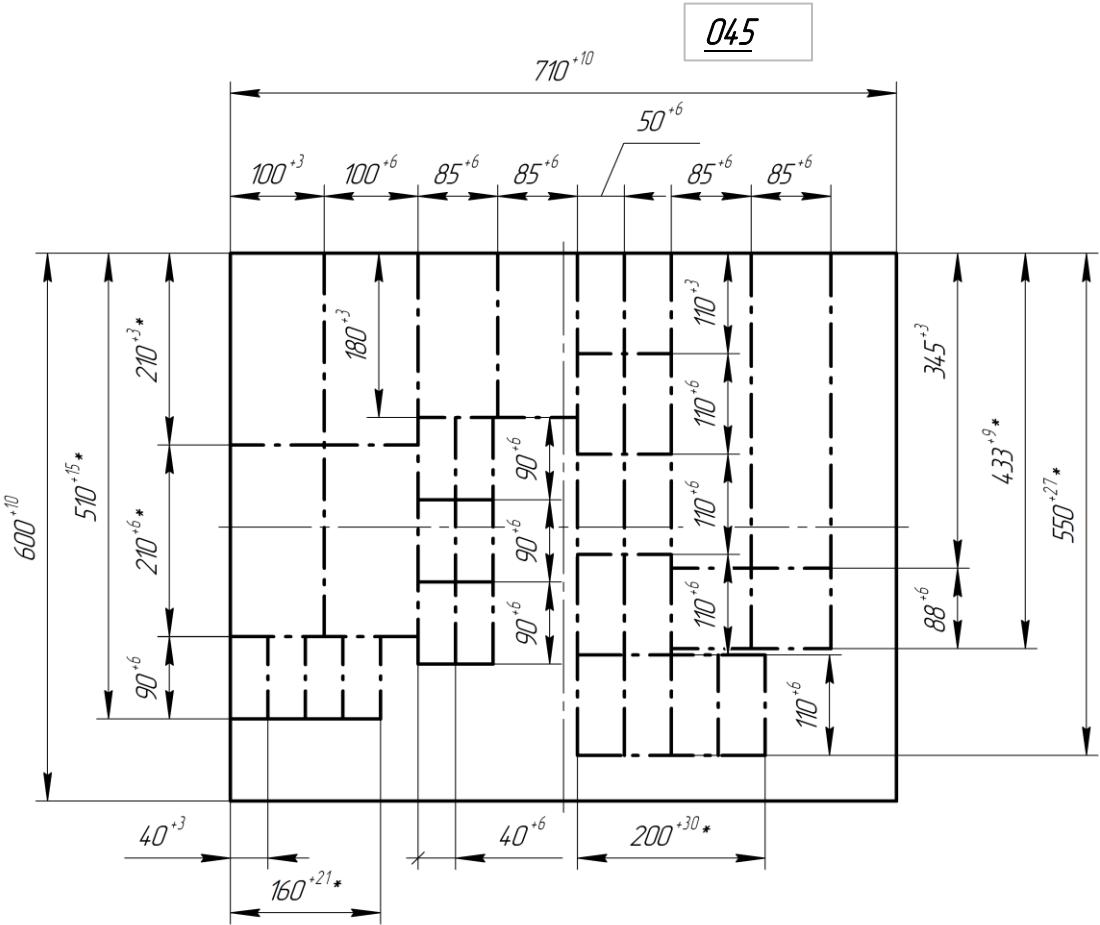
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.010	



Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	11
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

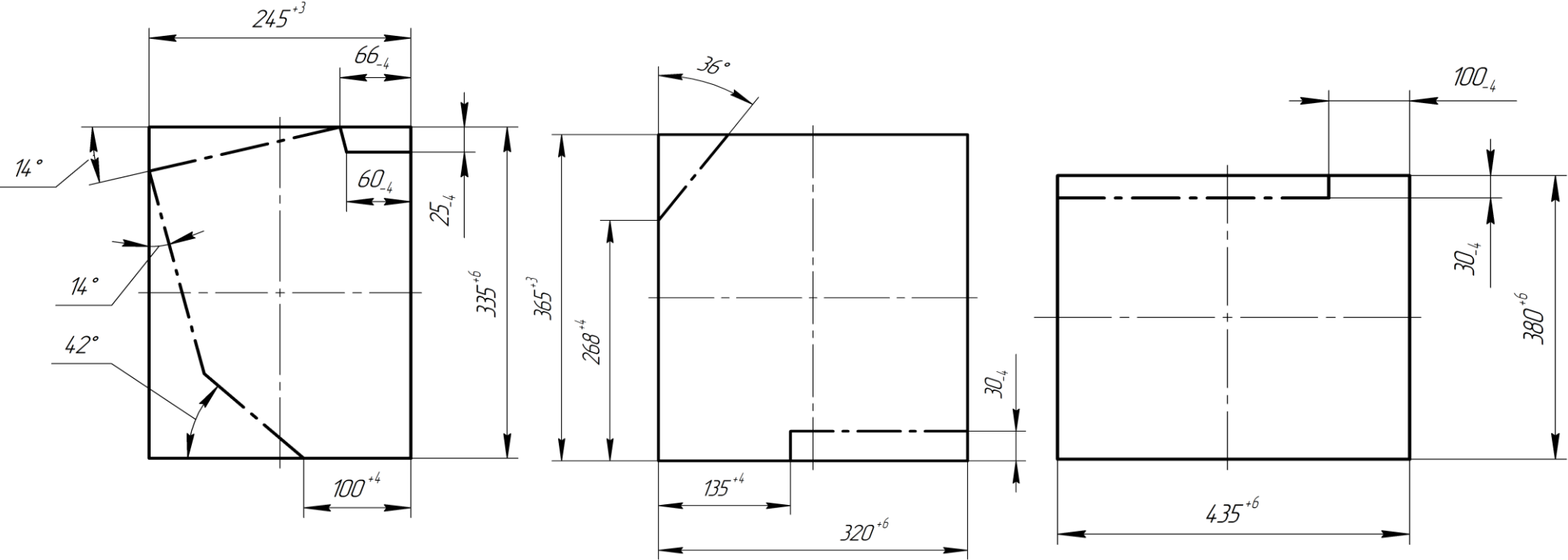
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.011	



Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	12
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.012	

050

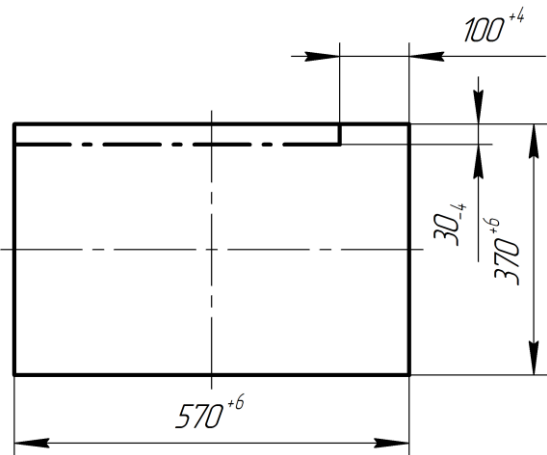
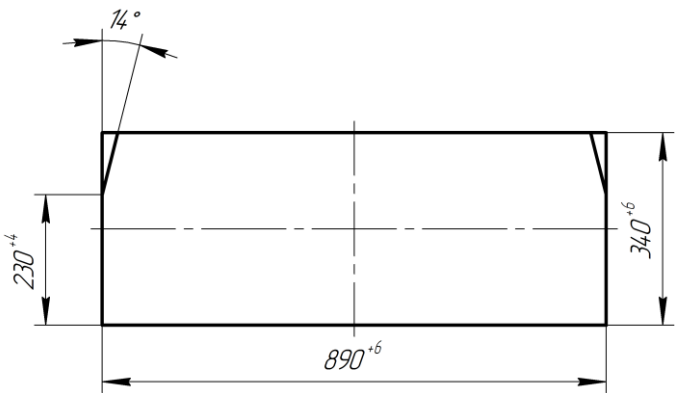
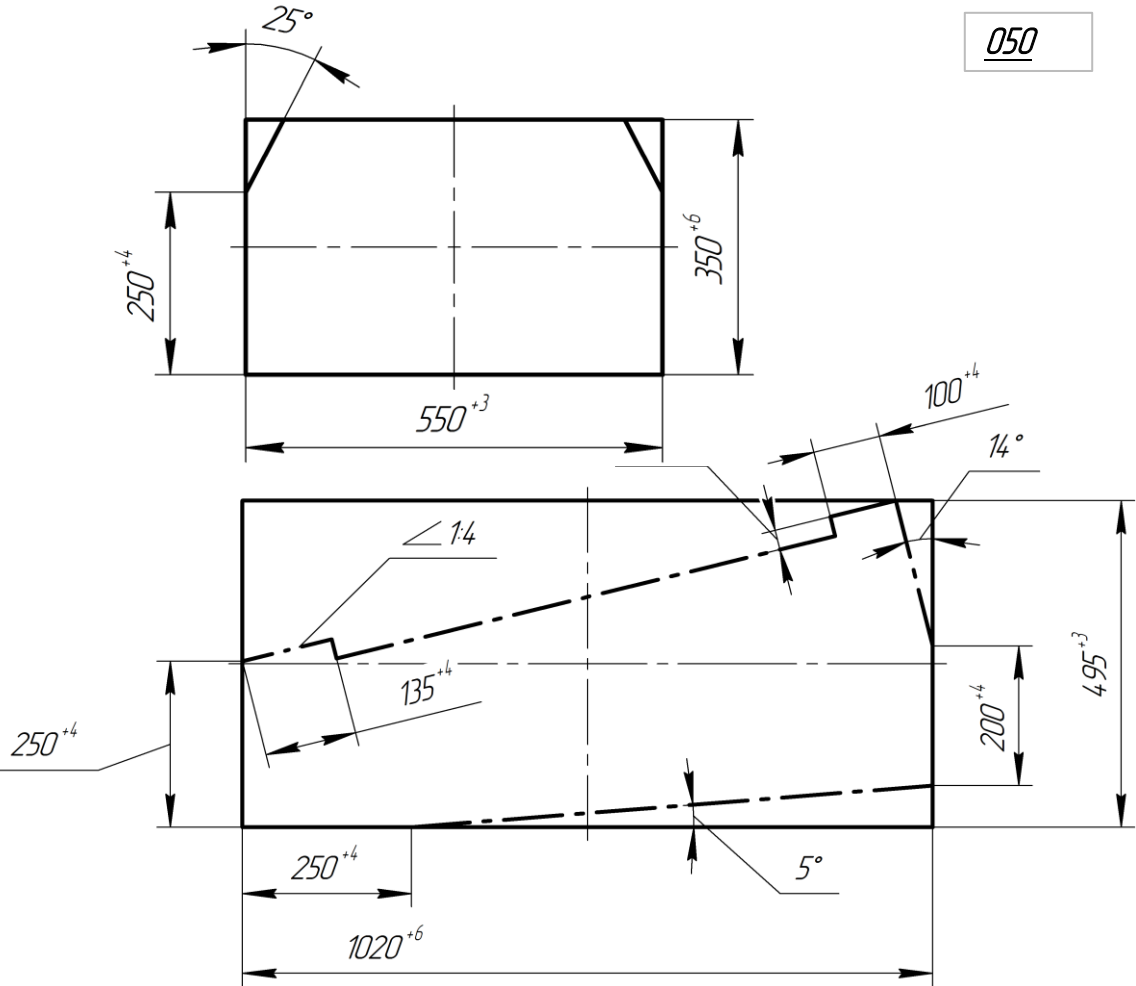


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	13
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

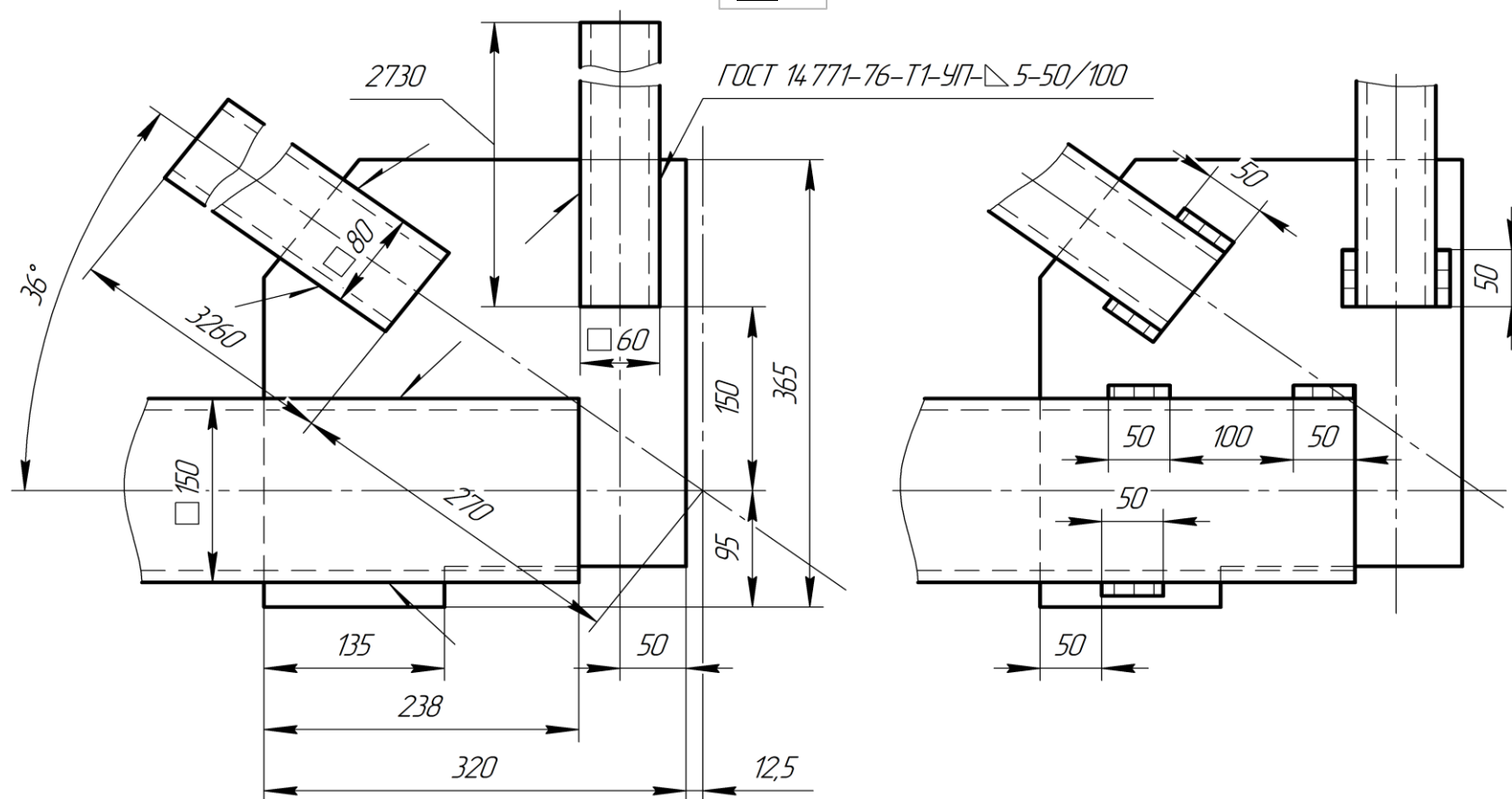
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.013	

050



055

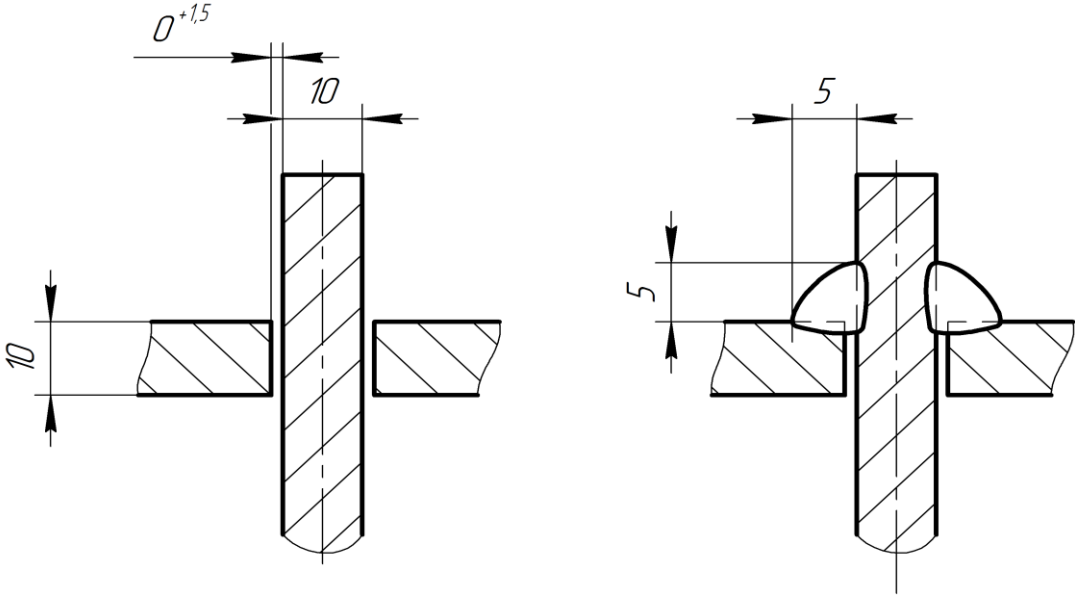
ГОСТ 14771-76-Т1-УП-△ 5-50/100



Дудл.			
Взам.			
Подл.			

									ФЮРА 02290.14	15
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы	ФЮРА 20290.015

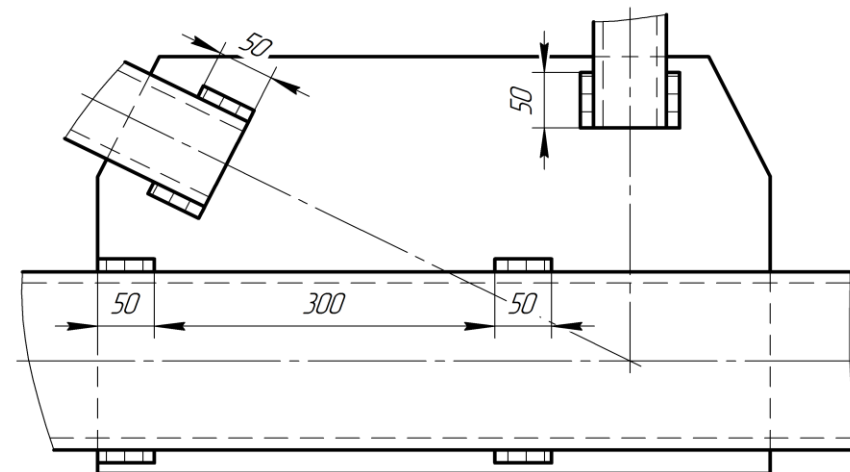
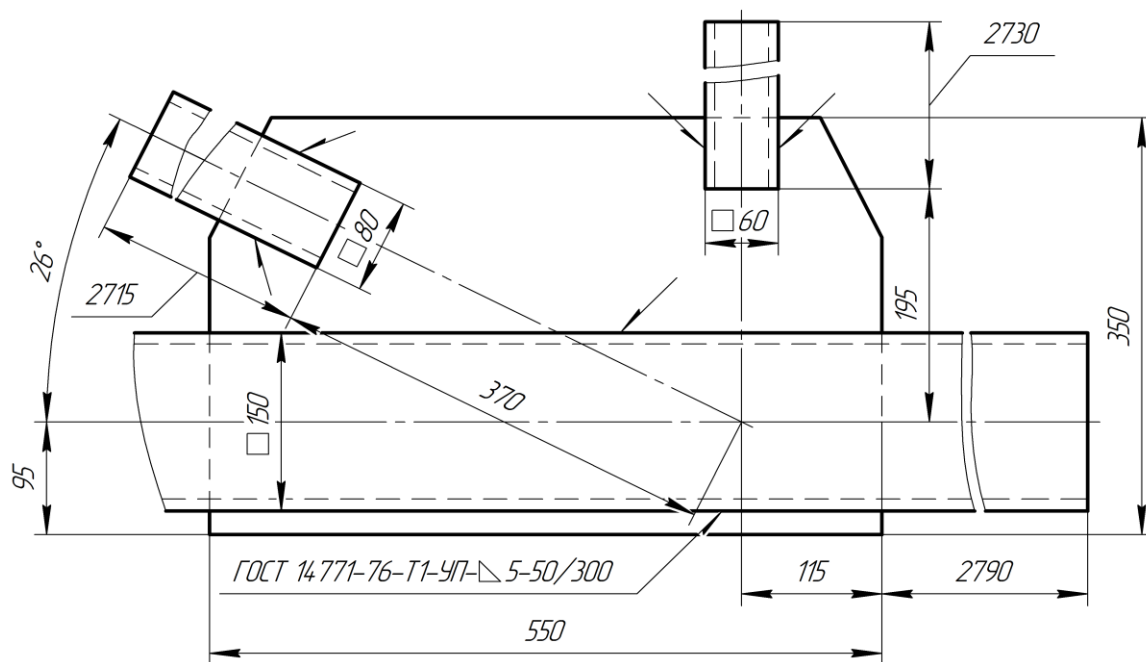


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

16

ФЮРА 20290.016

060



Карта эскизов

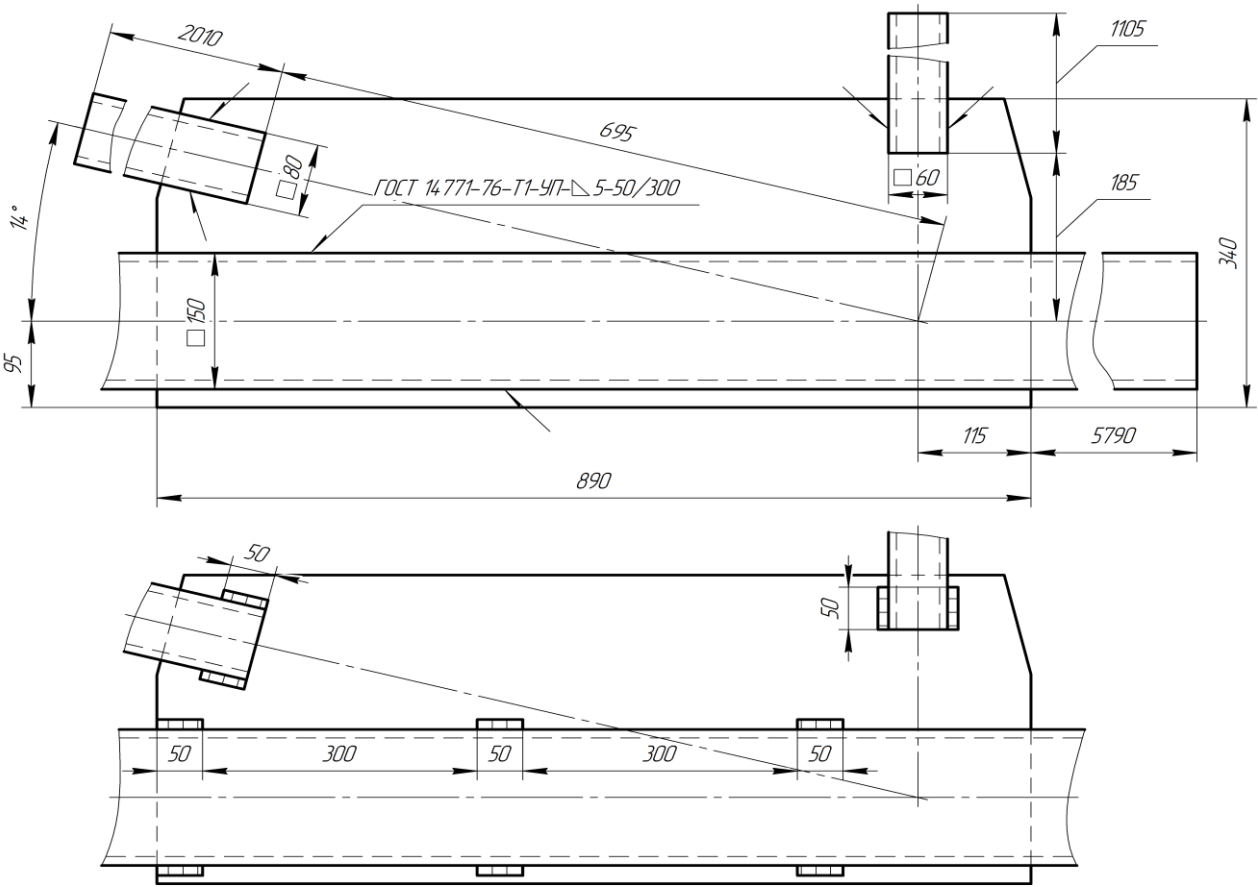
Дудл.			
Взам.			
Подл.			

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

							ФЮРА 02290.14	17
--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы	ФЮРА 20290.017

065

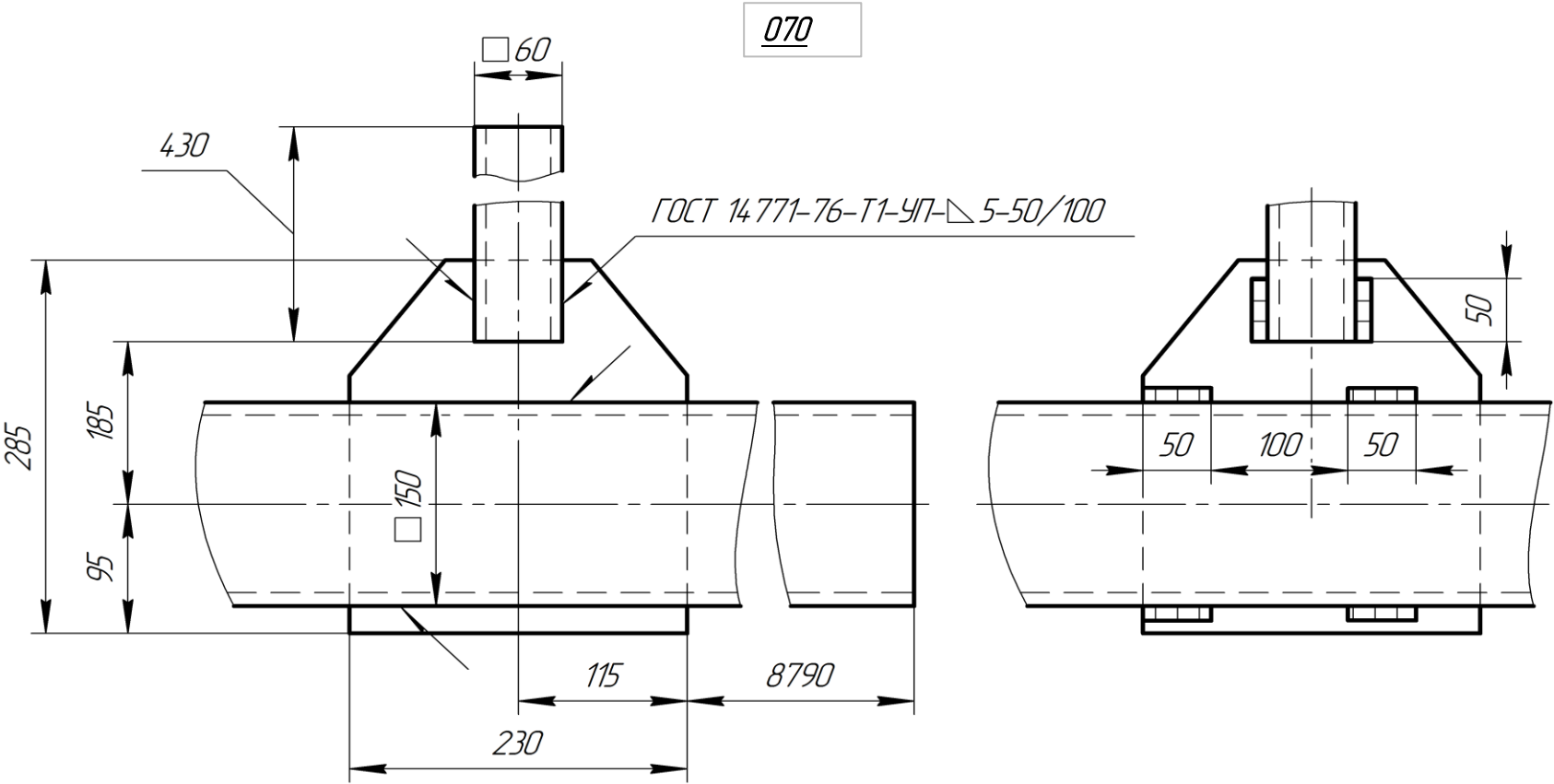


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

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

									ФЮРА 02290.14	18
--	--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

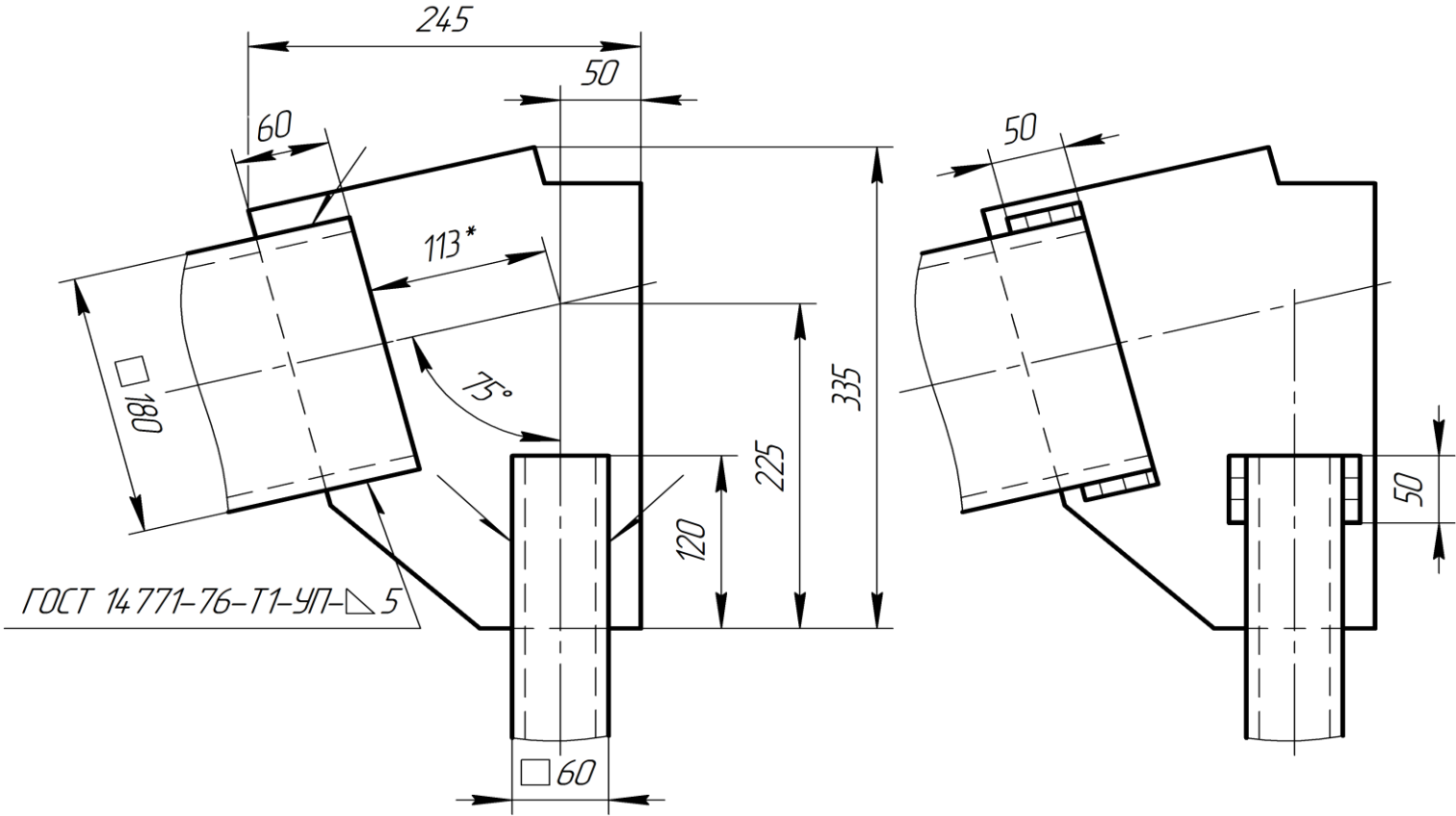
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.018		



Дир.			
Взам.			
Подл.			

							ФЮРА 02290.14	19
							Узлы стропильной фермы ФЮРА 20290.019	

075

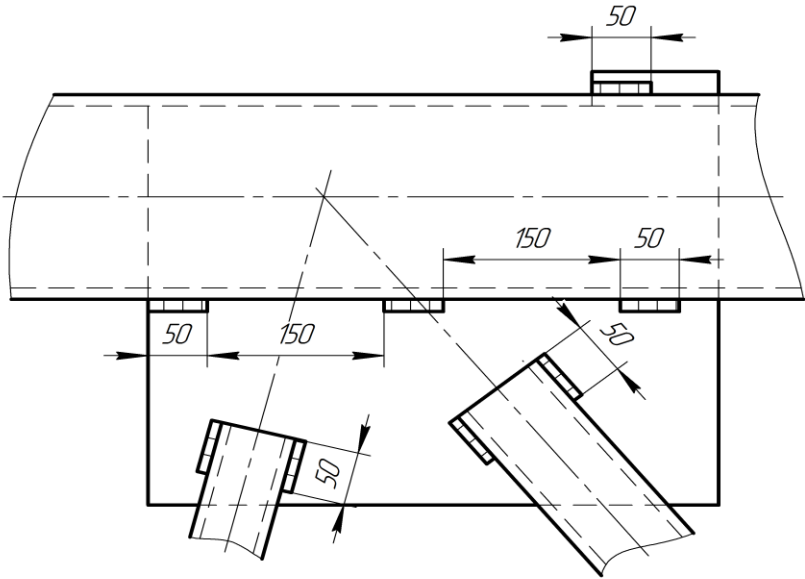
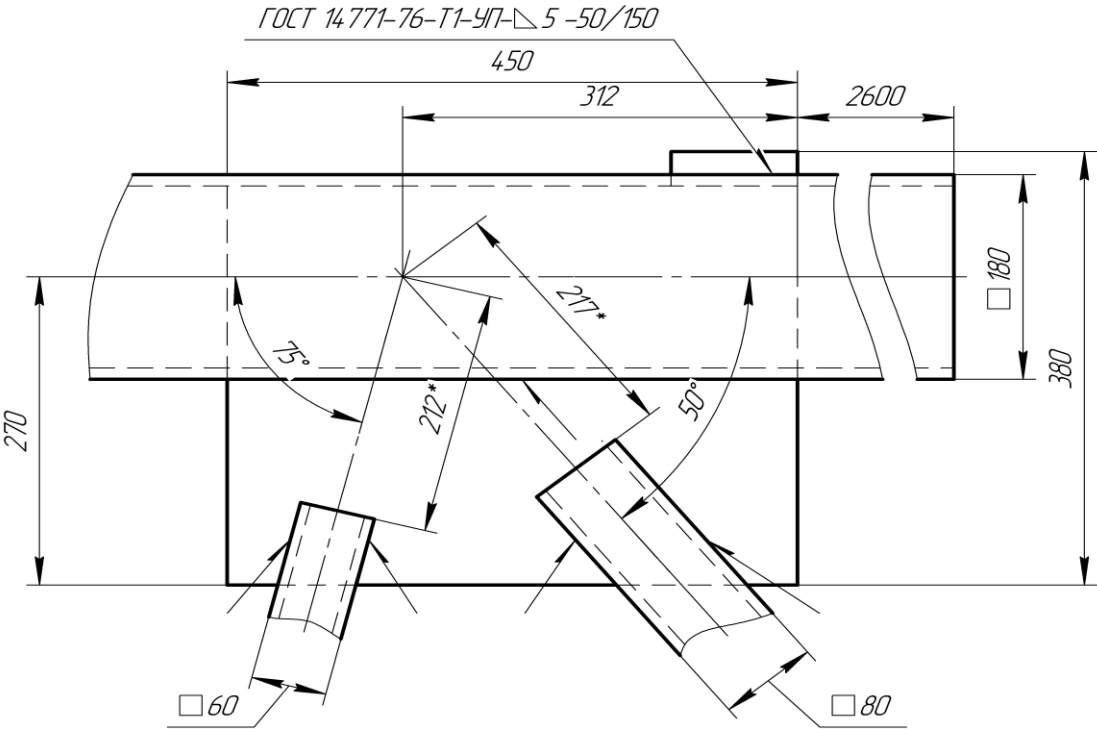


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	20
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.020	

080

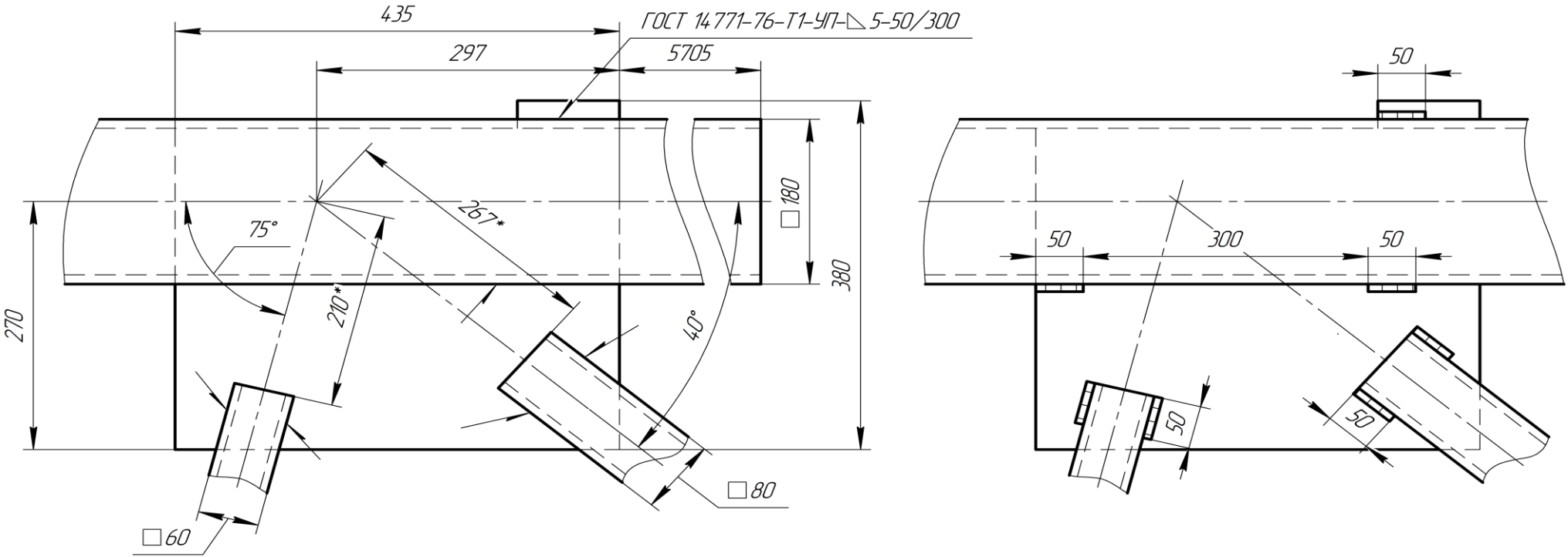


Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	21
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.021	

085



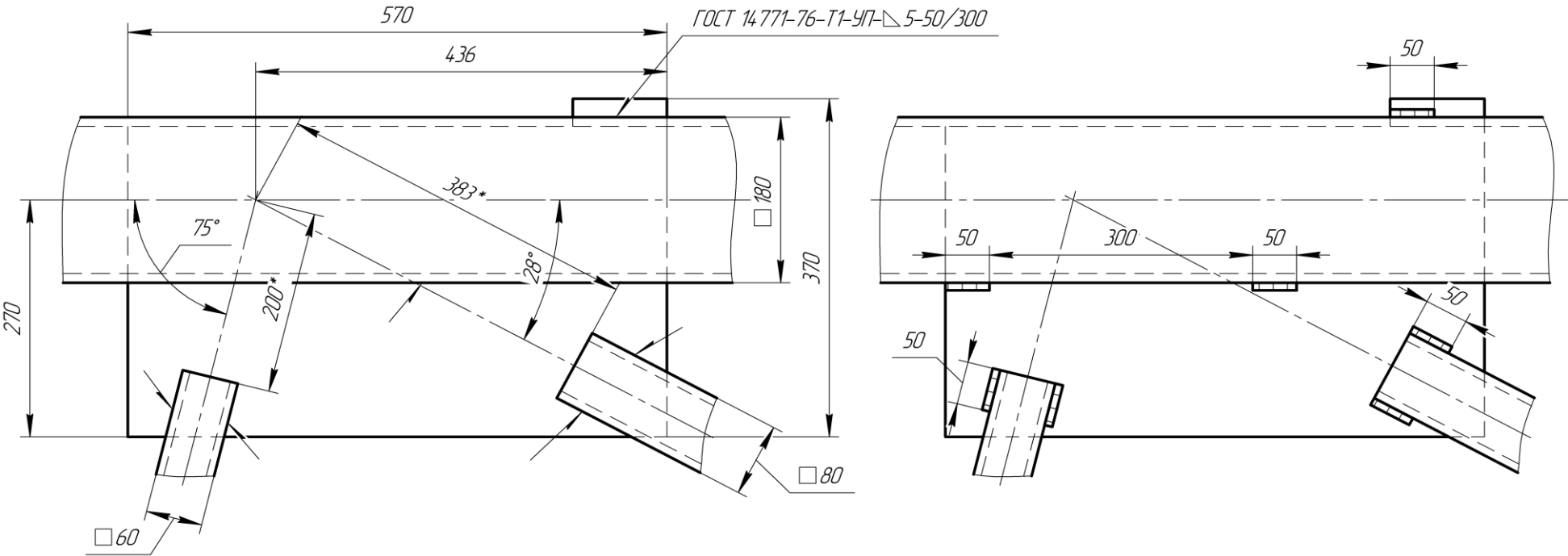
1. * Размеры для справок

Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	22
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.022	

090

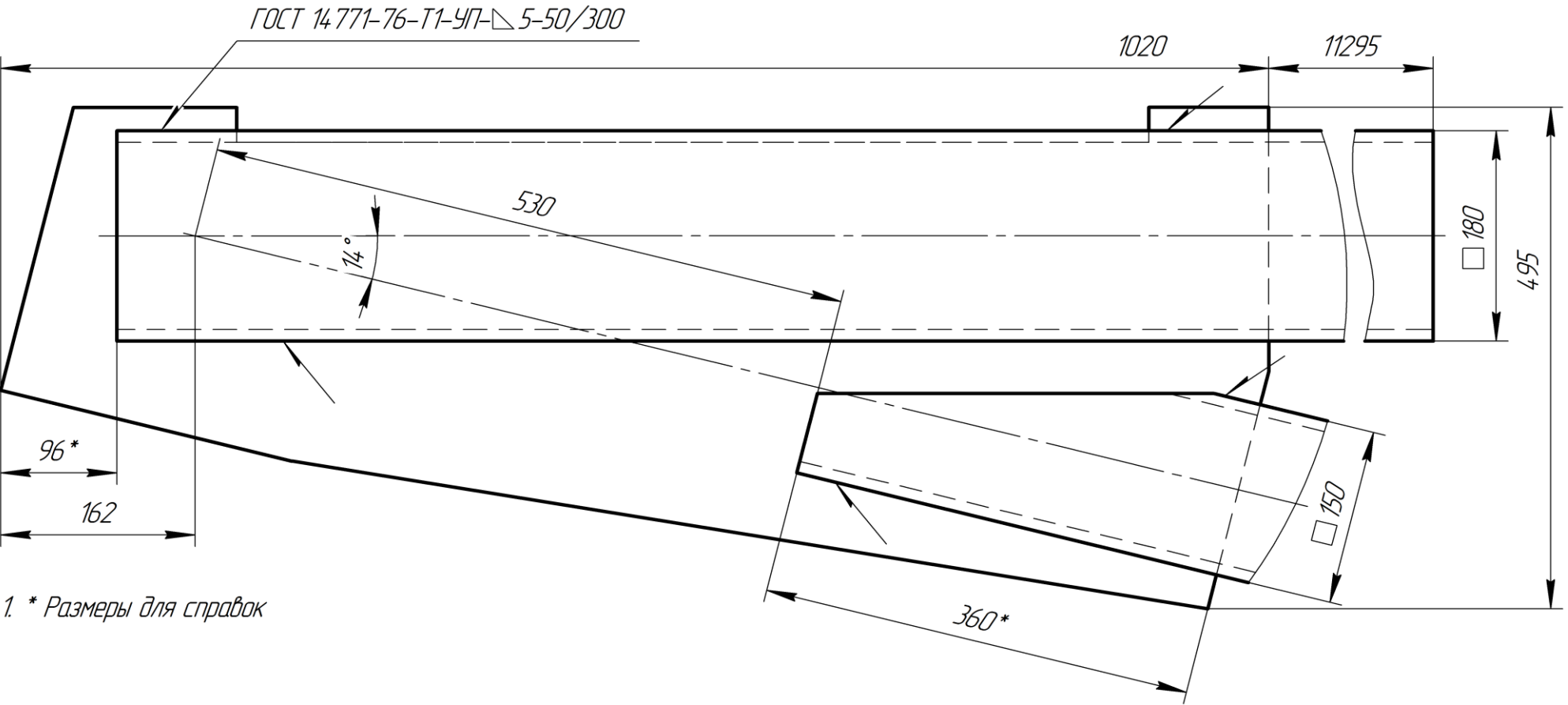


1. * Размеры для справок

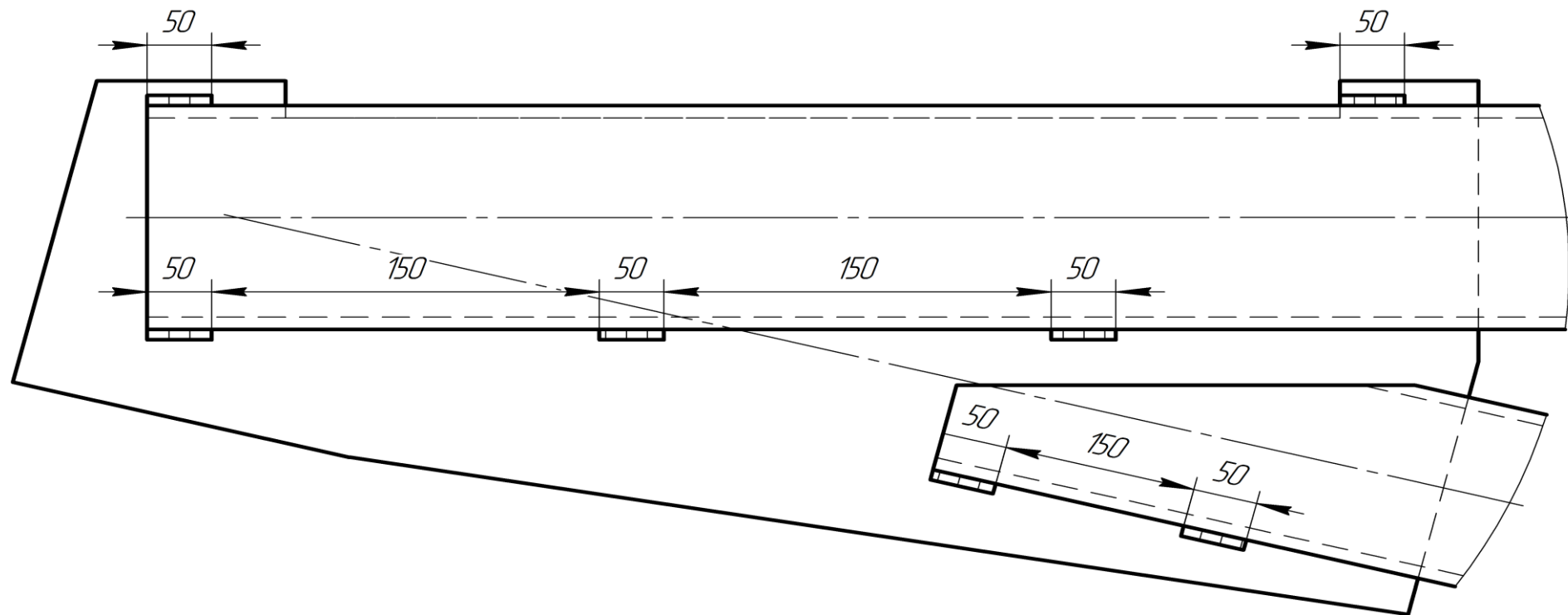
Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	23
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.023	

095



095



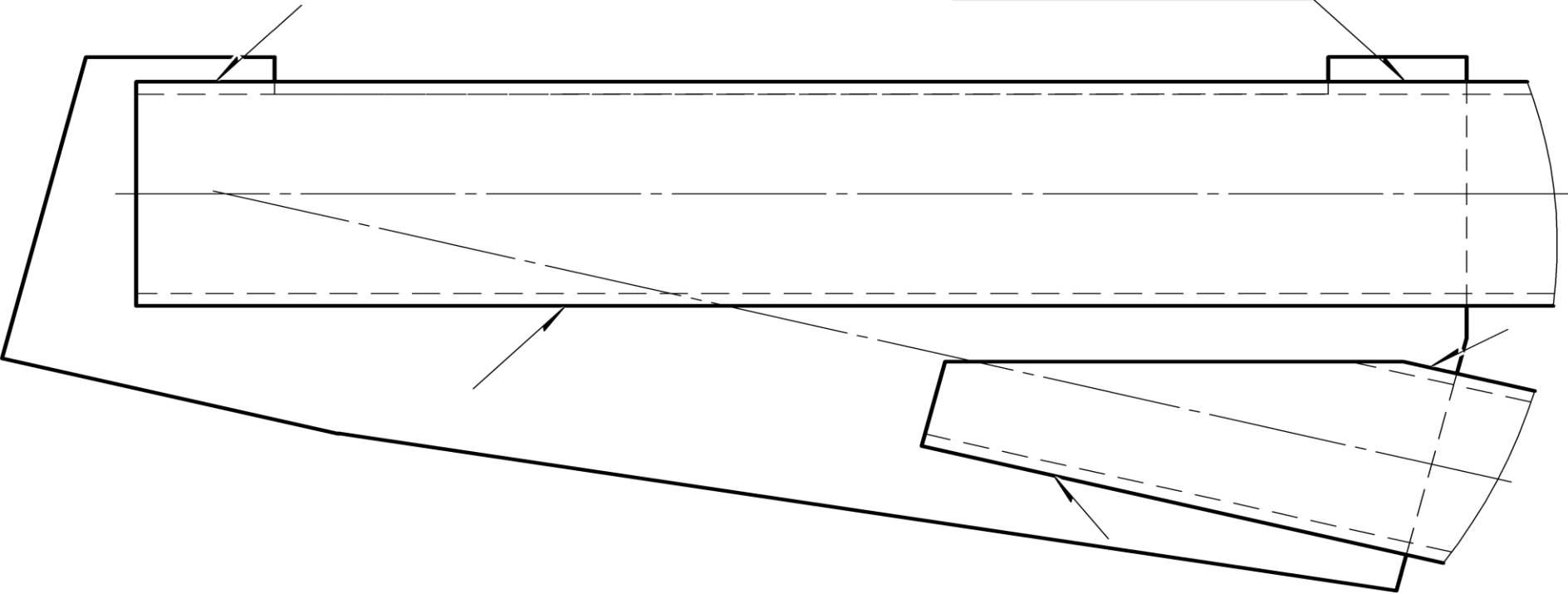
Дир.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	25
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.025	

100

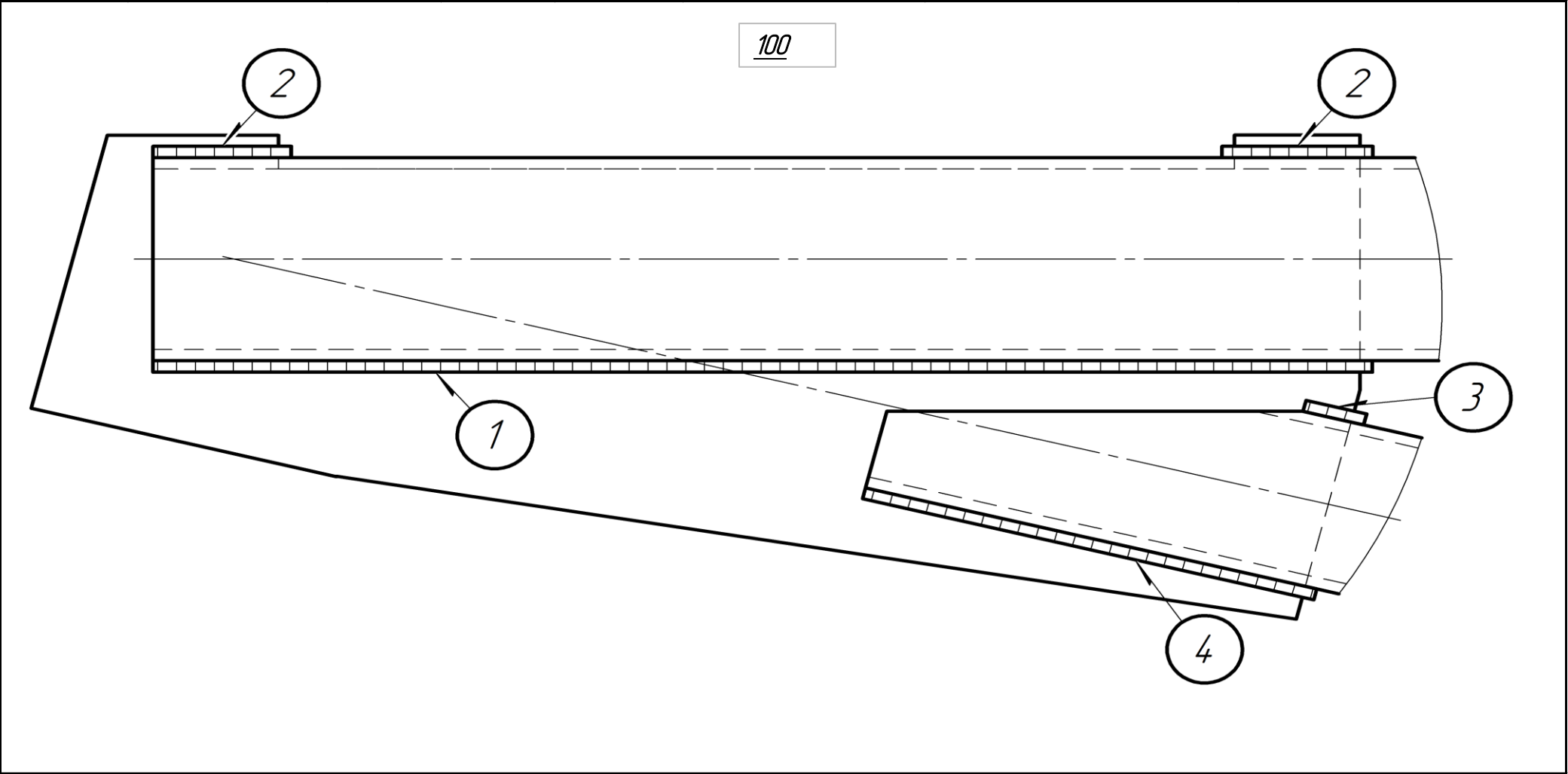
ГОСТ 14 771-76-Т1-УП-8



Дир.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	26
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы	ФЮРА 20290.026

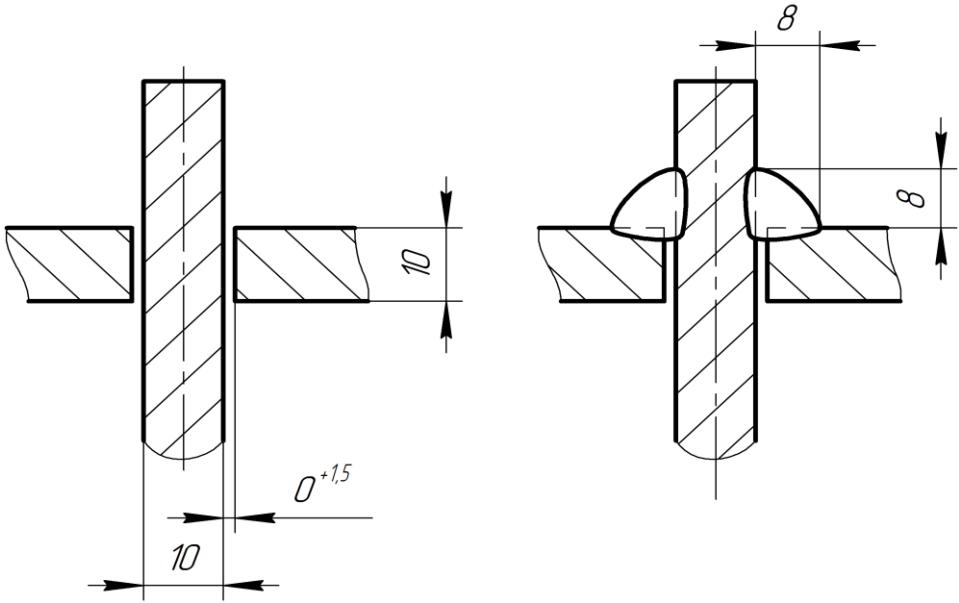


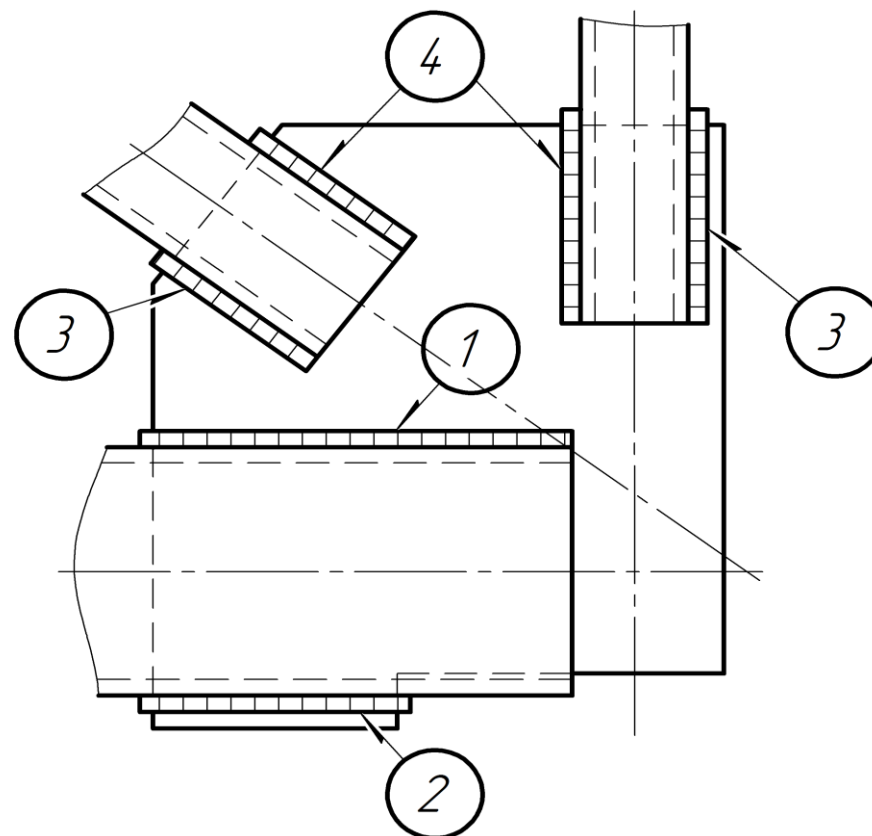
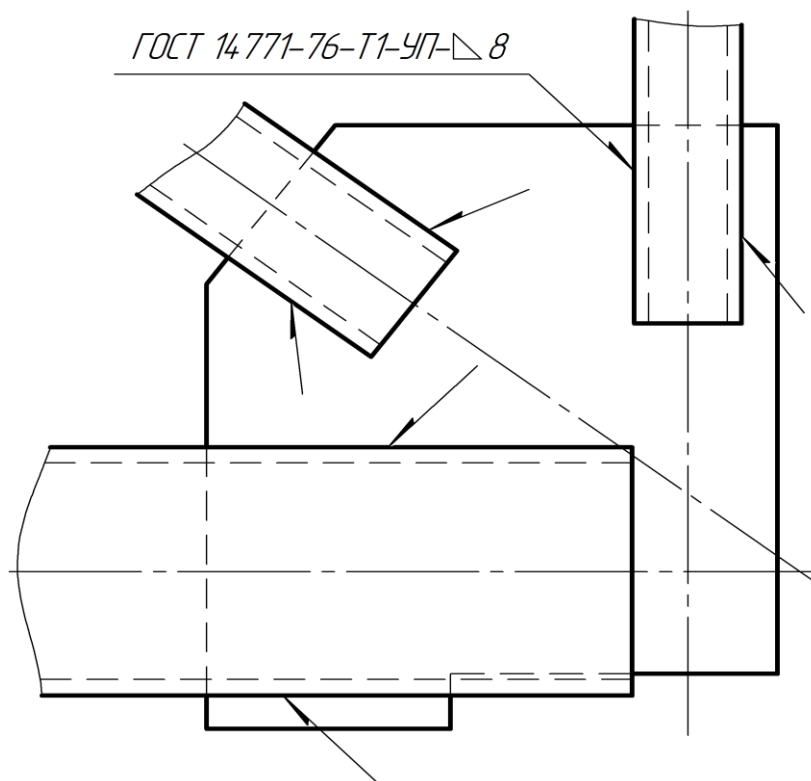
КЭ	Карта эскизов
----	---------------

Дет.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	27
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.027	

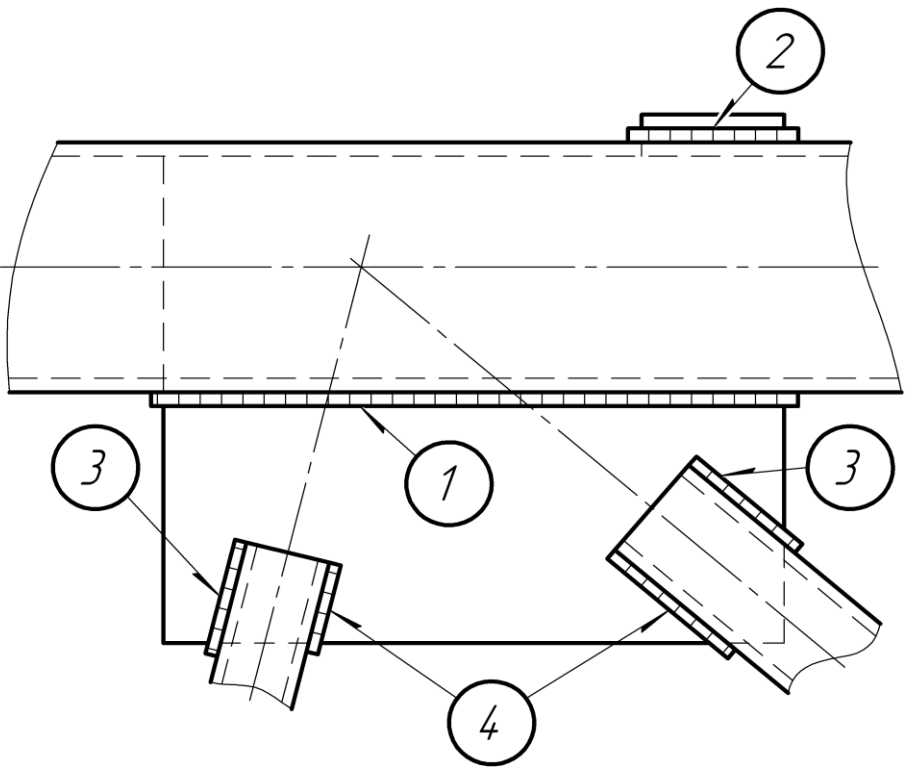
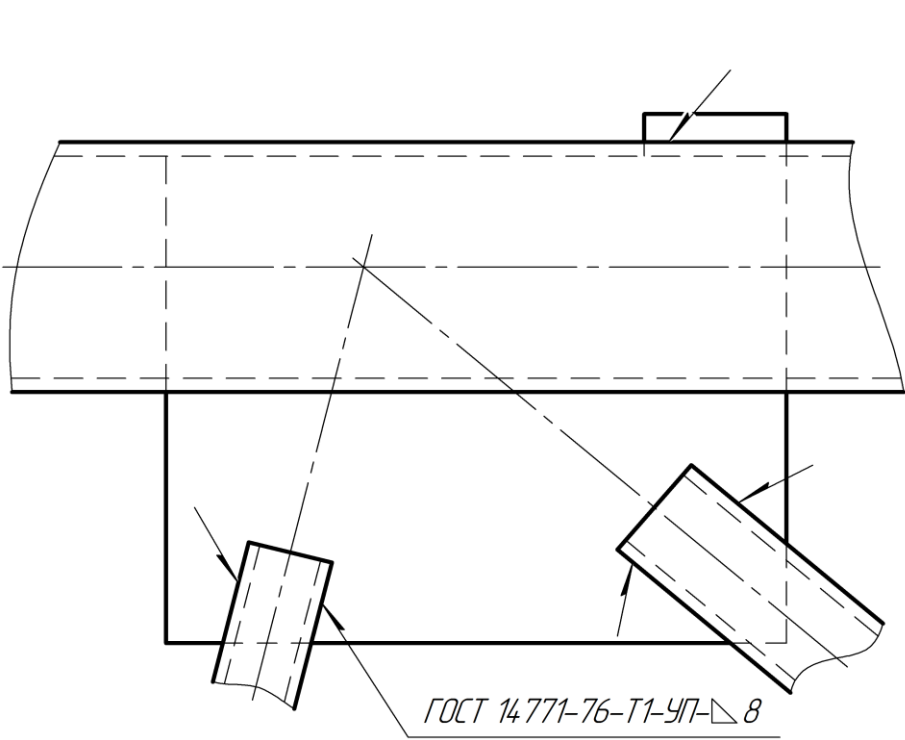




Дудл.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	29
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.029	

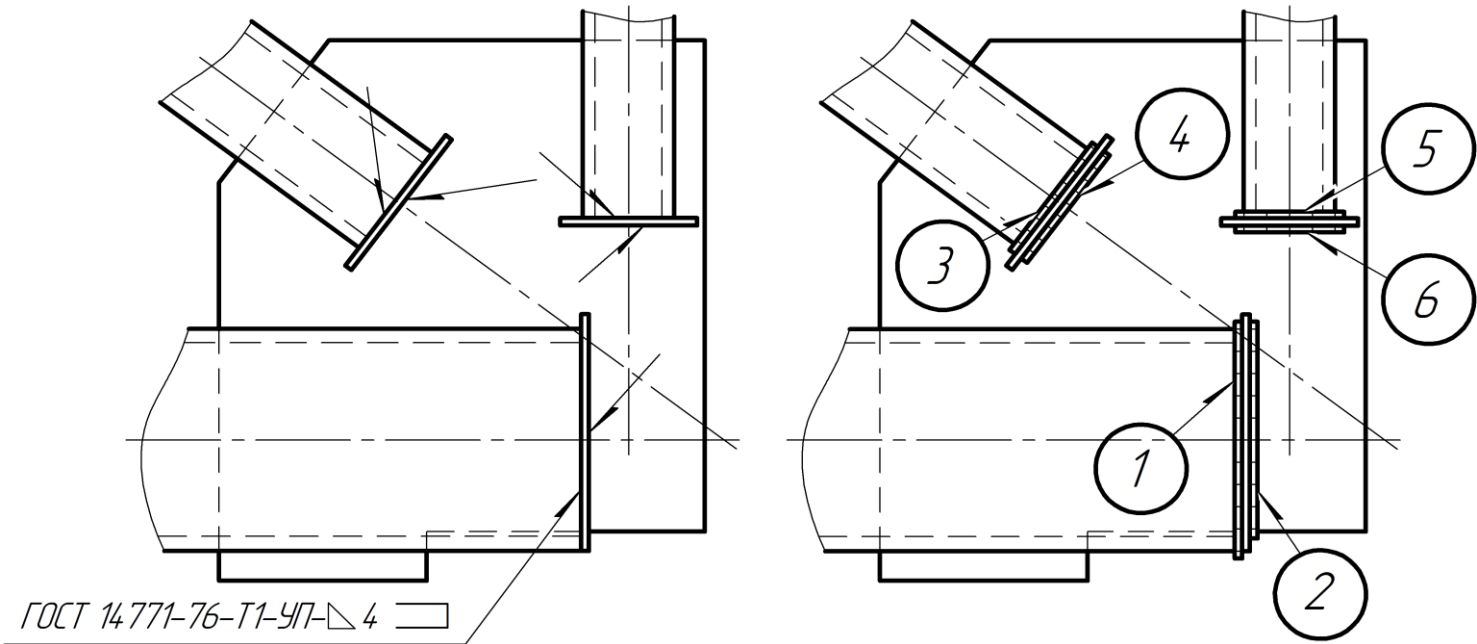


Дет.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	30
--	--	--	--	--	--	--	--	---------------	----

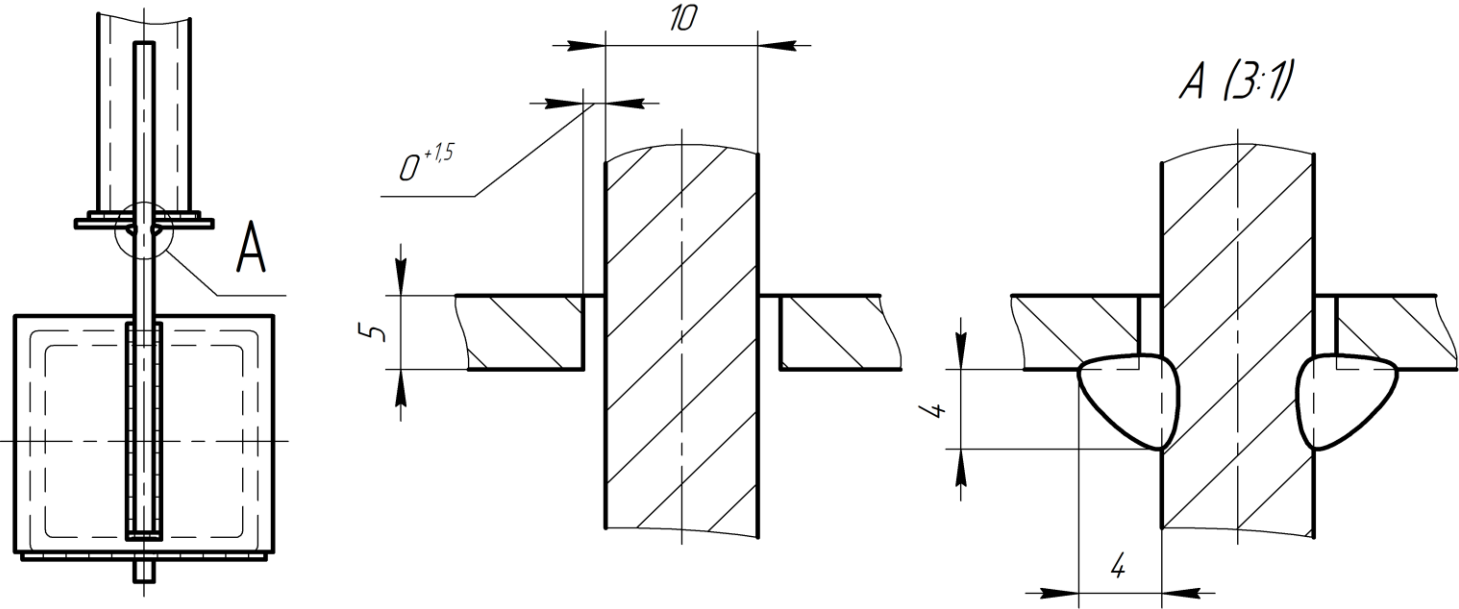
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.030	

105



Дет.			
Взам.			
Подл.			

								ФЮРА 02290.14	31
						Узлы стропильной фермы		ФЮРА 20290.031	



Дудл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																	33					
																	Узлы стропильной фермы			ФЮРА 10290.033		
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, сд. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.		
Т11	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																					
12																						
А13	1	1	2	015	Заготовительная					ИОТ №1 СП 53-101-98												
Б14	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1						
К/М15	Профильная труба квадратного сечения Сталь СтЗСП										ГОСТ 8639-82											
	Толщина стенки s=10 мм, Высота стенки h=□ 150 мм																					
016	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.004 получить отверстия прямоугольной формы в двух диаметрально-противоположных стенках трубы, выдерживая заданные размеры. Ширина отверстия b=10 м. Поверхности в местах реза зачистить от окалины и наплывов металла																					
Т17	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																					
18																						
А19	1	1	2	020	Заготовительная					ИОТ №1 СП 53-101-98												
Б20	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1						
К/М21	Профильная труба квадратного сечения Сталь СтЗСП										ГОСТ 8639-82											
МК	Маршрутная карта																					

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				35					
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.035					
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, сд.единицы или материала										Обозначение,код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.
А31	1	1	2	030	Заготовительная										ИОТ №1 СП 53-101-98										
Б32	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1									
К/М33	Заготовки профильной трубы квадратного сечения Сталь Ст3СП										ГОСТ 8639-82														
	Толщина стенки s=9 мм; Высота стенки h=80 мм																								
034	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.006 и ФЮРА 20290.007 получить отверстия прямоугольной формы в двух диаметрально-противоположных стенках трубы, выдерживая заданные размеры																								
Ширина отверстия b=10 мм. Поверхности в местах реза зачистить от окалины и наплывов металла																									
Т35	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																								
36																									
А37	1	1	2	035	Заготовительная										ИОТ №1 СП 53-101-98										
Б38	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1									
К/М39	Заготовки профильной трубы квадратного сечения Сталь Ст3СП										ГОСТ 8639-82														
	Толщина стенки s=8 мм; Высота стенки h=60 мм																								
040	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.007, ФЮРА 20290.008 и ФЮРА 20290.009 получить отверстия прямоугольной формы в двух диаметрально-противоположных стенках трубы, выдерживая																								
МК	Маршрутная карта																								

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				36					
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.036					
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, сд.единицы или материала										Обозначение,код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
040	заданные размеры. Ширина отверстия b=10 м. Поверхности в местах реза зачистить от окалины и наплывов металла																								
Т41	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																								
42																									
А43	1	1	2	040	Заготовительная										ИОТ №1 СП 53-101-98										
Б44	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1									
К/М45	Горячекатанный листовый прокат Сталь – Ст3СП										ГОСТ 19903-2015														
	Толщина листа s=10 мм																								
046	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.010 получить заготовки указанных размеров, выполнив резку листового проката в указанных местах по линиям реза. Произвести зачистку поверхностей в местах реза от окалины и наплывов металла																								
Т47	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																								
48																									
А49	1	1	2	045	Заготовительная										ИОТ №1 СП 53-101-98										
Б50	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1									
МК		Маршрутная карта																							

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																	37								
																	Узлы стропильной фермы			ФЮРА 10290.037					
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, сд.единицы или материала										Обозначение,код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.
К/М51	Горячекатанный листово́й прокат Сталь – Ст3СП										ГОСТ 19903-2015														
	Толщина листа s=5 мм																								
052	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.011 получить заготовки указанных размеров, выполнив резку листового проката в указанных местах по линиям реза. Произвести зачистку поверхности в местах реза от окалины и напылов металла																								
Т53	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																								
54																									
А55	1	1	2	050	Заготовительная										ИОТ №1 СП 53-101-98										
Б56	Оборудование для газовой резки стального листа										2	11618	3	1	1	1									
К/М57	Заготовки горячекатанного листового проката Сталь – Ст3СП										ГОСТ 19903-2015														
	Толщина заготовок s=10 мм																								
058	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.012 и ФЮРА 20290.013 получить заготовки, выполнив резку пластин в указанных местах по линиям реза, выдерживая размеры Поверхности в местах реза, зачистить от окалины и напылов металла																								
Т59	Маркер, рулетка, линейка, транспортир, УШМ																								
МК	Маршрутная карта																								

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				38					
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.038					
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, сд.единицы или материала										Обозначение, код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н.расх.
60																									
A61	1	2	1	055	Сборочная										РД 34.15.132-96; ГОСТ 14.771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007										
Б62	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1									
К/М63	Узел №8 отпавочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82														
К/М64	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм										ГОСТ 2246-70														
К/М65	Смесь газообразная ISO 14175 - С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14175-2010														
066	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.014 собрать на прихватки узел №8 отпавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно закрепление стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																								
Т67	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																								
68																									
A69	1	2	1	060	Сборочная										РД 34.15.132-96; ГОСТ 14.771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007										
Б70	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1									
МК	Маршрутная карта																								

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				39					
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.039					
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, сд.единицы или материала											Обозначение,код						ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.			
К/М71	Узел №6 отправочной марки фермы											ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82													
К/М72	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм											ГОСТ 2246-70													
К/М73	Смесь газобразная ISO 14175 - С1 в баллонах											ГОСТ Р ИСО 14175-2010													
074	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.016 собрать на прихватки узел №6 отправочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно закрепление стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																								
Т75	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																								
76																									
А77	1	2	1	065	Сварочная											РД 34.15.132-96; ГОСТ 14771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007									
Б78	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI											2	19905	5	2	2	1								
К/М79	Узел №4 отправочной марки фермы											ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82													
К/М80	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм											ГОСТ 2246-70													
К/М81	Смесь газобразная ISO 14175 - С1 в баллонах											ГОСТ Р ИСО 14175-2010													
МК		Маршрутная карта																							

Дудл.																									
Взам.																									
Подл.																									
																				40					
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.040					
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, сд.единицы или материала										Обозначение,код										ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.
082	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.017 собрать на прихватки узел №4 отпавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно закрепление стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																								
Т83	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																								
84																									
А85	1	2	1	070	Сварочная										РД 34.15.132-96; ГОСТ 14.771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007										
Б86	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1									
К/М87	Узел №2 отпавочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82														
К/М88	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм										ГОСТ 2246-70														
К/М89	Смесь газообразная ISO 14.175 - С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14.175-2010														
090	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.018 собрать на прихватки узел №2 отпавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно закрепление стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																								
МК	Маршрутная карта																								

Дудл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																	41					
																	Узлы стропильной фермы			ФЮРА 10290.041		
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, сд.единицы или материала										Обозначение,код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н,расх.		
Т91	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																					
92																						
А93	1	2	1	075	Сварочная					РД 34.15.132-96; ГОСТ 14 771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007												
Б94	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1						
К/М95	Узел №9 отплавочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82											
К/М96	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø 2 мм										ГОСТ 2246-70											
К/М97	Смесь газообразная ISO 14175 – С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14175-2010											
098	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.019 собрать на прихватки узел №9 отплавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительное закрепление стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																					
Т99	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																					
100																						
А101	1	2	1	080	Сварочная					РД 34.15.132-96; ГОСТ 14 771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007												
МК	Маршрутная карта																					

Дудл.																								
Взам.																								
Подл.																								
																				43				
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.04.3				
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, сд. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.				
К/М113	Смесь газообразная ISO 14175 – С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14175-2010													
0114	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.021 собрать на прихватки узел №5 отпавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно закрепить стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																							
Т115	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																							
116																								
А117	7	2	1	090	Сварочная										РД 34.15.132-96; ГОСТ 14177-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007									
Б118	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1								
К/М119	Узел №3 отпавочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82													
К/М120	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм										ГОСТ 2246-70													
К/М121	Смесь газообразная ISO 14175 – С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14175-2010													
0123	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.022 собрать на прихватки узел №3 отпавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно																							
МК	Маршрутная карта																							

Дудл.																						
Взам.																						
Подл.																						
																	44					
																	Узлы стропильной фермы			ФЮРА 10290.044		
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, сд. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.		
0123	закрепление стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																					
Т124	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																					
125																						
А126	7	2	1	095	Сварочная										РД 34.15.132-96; ГОСТ 14.771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007							
Б127	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1						
К/М128	Узел №1 отпавочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82											
К/М129	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм										ГОСТ 2246-70											
К/М130	Смесь газодобная ISO 14.175 - С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14.175-2010											
0131	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.023 собрать на прихватки узел №1 отпавочной марки фермы, выдерживая указанные размеры. Предварительно выполнить зачистку свариваемых кромок заготовок в местах сопряжения стержней с пластиной от загрязнений и включений на ширину 20 мм до металлического блеска и произвести их последующее обезжиривание. Предварительно закрепить стержней фермы осуществить при помощи сварочного приспособления, обеспечивающего их относительную неподвижность																					
Т132	Сварочное приспособление, УШМ, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир, горячий щелочной состав, хлопчатобумажная ткань																					
133																						
МК		Маршрутная карта																				

Дудл.																								
Взам.																								
Подл.																								
																				46				
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.046				
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, сд. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.				
Т140	Сварочное приспособление, УШМ, щетка металлическая, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир																							
14.1																								
А142	1	2	1	105	Сварочная					РД 34.15.132-96; ГОСТ 14.771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007														
Б143	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI										2	19905	5	2	2	1								
К/М144	Узел №8 Отправочной марки фермы, узлы отправочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82													
К/М145	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø 2 мм										ГОСТ 2246-70													
К/М146	Смесь газообразная ISO 14.175 - С1 в баллонах										ГОСТ Р ИСО 14.175-2010													
014.7	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.030 выполнить сварные соединения заглушек с торцами труб швами 14 мм по всей длине сопряжения. Наплавку металла выполнить с лицевой стороны. Сварку угловых швов выполнить ведением горелки углом назад. Угол наклона горелки поддерживать в пределах от 80 до 90 градусов. Угол наклона горелки к стенкам заготовок выдерживать в размере 45 градусов. Сварные швы зачистить от брызг электродного металла. После получения всех сварных соединений отправочной марки фермы с катетом шва 14 с лицевой стороны, изделие кантовать, и повторить наложение сварных швов с обратной стороны.																							
Т148	Сварочное приспособление, УШМ, щетка металлическая, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир																							
14.9																								
МК		Маршрутная карта																						

Дудл.																								
Взам.																								
Подл.																								
																				47				
																Узлы стропильной фермы				ФЮРА 10290.047				
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, сд. единицы или материала										Обозначение, код					ОПП	ЕВ	ЕН	КИ	Н. расх.				
A150	1	3	1	110	Контрольная										РД 34.15.132-96; РД 03-606-03; СП 53-101-98; ГОСТ 18442-80									
Б151	Набор для капиллярной дефектоскопии										4	11827	5	1	1	1								
К/М152	Узлы Отправочной марки фермы										ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82													
К/М153	Пенетрант цветной DP 55 SHERWIN										ГОСТ 18442-80													
К/М154	Очиститель DR 60 SHERWIN										ГОСТ 18442-80													
К/М155	Проявитель D 100 SHERWIN										ГОСТ 18442-80													
O156	Выполнить капиллярный метод контроля сварных швов узлов фермы по ГОСТ 18442-80																							
T157	Ткань хлопчатобумажная, кисти																							
158																								
159																								
160																								
161																								
162																								
МК		Маршрутная карта																						

[illegible]

[illegible]

Дудл.																	
Взам.																	
Подл.																	
														ФЮРА 02190.04		50	
														Узлы стропильной фермы		ФЮРА 60190.050	
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.		
РС1	ПС	НП	ДС	Іс	Із	Пл	U	I	Vс	Vп	qоз	qдз	qк	Ту	Тп		
T17	Сварочное приспособление, УШМ, щетка металлическая, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир																
18																	
A19	1	2	1	105	Сварочная				РД 34.15.132-96; ГОСТ 14 771-76; СП 53-101-98; ГОСТ Р ИСО 3834-1-2007								
B20	Сварочный полуавтомат EVOMIG 650 PRO AI					2	19905	5	2	2	1						
K/M21	Узлы отправочной марки фермы					ГОСТ 19903-2015; ГОСТ 8639-82											
K/M22	Проволока сварочная сплошного сечения Св-08Г2С Ø2 мм					ГОСТ 2246-70											
K/M23	Смесь газообразная ISO 14 175 – C1 в баллонах					ГОСТ Р ИСО 14 175-2010											
024	Согласно Карте Эскизов ФЮРА 20290.030 выполнить сварные соединения заглушек с торцами труб швами $\angle 4$ мм по всей длине сопряжения. Наплавку металла выполнить с лицевой с Сварку угловых швов выполнить ведением горелки углом назад. Угол наклона горелки поддерживать в пределах от 80 до 90 градусов. Угол наклона горелки к стенкам заготовок выде в размере 45 градусов. Сварные швы зачистить от брызг электродного металла. После получения всех сварных соединений отправочной марки фермы с катетом шва $\angle 4$ с лицевой с ны, изделие кантовать, и повторить наложение сварных швов с обратной стороны																
РС25	H1				15 мм	обратн.	26	190 А	0,40 см/с	5,3 см/с	19 л/мин						
T26	Сварочное приспособление, УШМ, щетка металлическая, универсальный шаблон сварщика-3, линейка, рулетка, маркер, транспортир																
27																	
OK		Операционная карта															

[illegible]