

Г. П. Терентьев, В. П. Пестряков

Технология изготовления металлических конструкций

Учебное пособие

Нижний Новгород
2016

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Г.П. Терентьев, В.П. Пестряков

Технология изготовления металлических конструкций

Утверждено редакционно-издательским советом университета
в качестве учебного пособия

Нижний Новгород
ННГАСУ
2016

ББК 38.54
Т 35
П 28
УДК 624.014

Публикуется в авторской редакции

Рецензенты:

Кузнецов С.В. – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой машиностроительных технологических комплексов Нижегородского государственного технического университета

Евдокимов И.Н. – директор по производству МК ООО НПФ «Металлимпресс»

Корнилов К.Е. – технический директор по производству МК ООО НПФ «Металлимпресс»

Терентьев Г.П. Технология изготовления металлических конструкций [Электронный ресурс]: учеб. пособие. / Г.П. Терентьев, В.П. Пестряков; Нижегород. гос. архитектур.- строит. ун-т – Н. Новгород : ННГАСУ, 2016. – 52 с. 1 электрон. опт. диск (CD-RW)
ISBN 978-5-528-00142-5

Подробно рассмотрены все производственные операции технологии изготовления стальных конструкций. В приложениях приводятся необходимые сведения по назначению технологических припусков при изготовлении конструкций, оборудование КЗМК, примеры заданий для проведения практических занятий.

Предназначено для проведения учебных практических занятий по дисциплине «Технология изготовления металлических конструкций» студентами 4 курса, направление 08.03.01 Строительство, профиль Промышленное и гражданское строительство.

Рис. 1, табл. 6

ББК 38.54

ISBN 978-5-528-00142-5

© Г.П. Терентьев, В.П. Пестряков, 2016
© ННГАСУ, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

стр

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕОРИЯ ВОПРОСА.....	6
1.1. Технологичность металлических конструкций.....	6
1.2. Выбор технологических операций и оборудования при обработке деталей.....	6
1.2.1. Подготовка исходного металла.....	6
1.2.2. Разметка и наметка.....	8
1.2.3. Резка стали	8
1.2.4. Строгание и фрезерование	11
1.2.5. Образование отверстий.....	12
1.2.6. Гибка.....	12
1.2.7. Предварительная стыковка проката.....	13
1.2.8. Сварка.....	13
1.3. Группирование деталей по сопроводительным листам	14
1.4. Раскрой металла.....	15
1.5. Заказ металла со склада завода	18
1.6. Технологическая карта-наряд на предварительную стыковку листов	18
1.7. Технологическая карта-наряд на изготовление деталей	19
1.8. Разработка технологии изготовления заданной конструкции.....	20
2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТПРАВОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА КОНСТРУКЦИИ.....	25
2.1. Сборка конструкций.....	25
2.2. Общая и контрольная сборка	25
2.3. Сварка и отделка двутавровых стержней.....	26
2.4. Технологическая карта-наряд на сборку, сварку и отделку отправочного элемента.....	27
2.5. Сертификат на конструкцию.....	27
Приложение 1. Размеры технологических припусков при изготовлении стальных конструкций.....	29
Приложение 2. Типы и размеры стыковых швов и режимы их сварки.....	30

Приложение 3. Оборудование Кулебакского завода металлических конструкций (КЗМК)	31
Приложение 4. Машины для газовой и плазменной резки листовой стали и труб	40
Приложение 5. Примеры заданий для проведения практических занятий по технологии изготовления металлических конструкций.....	41
Список использованных источников	51

ВВЕДЕНИЕ

В строительстве широко применяют металлические конструкции. Их достоинства известны: надёжность и долговечность работы, незначительная масса, малые сроки и индустриальность их изготовления. Производство металлоконструкций на специализированных заводах снижает трудоёмкость возведения промышленных зданий и инженерных сооружений, повышает их качество. Применяемые технологии и оборудование существенно влияют на эти показатели.

Практические занятия позволяют студентам глубже понять и изучить особенности и возможности заводской технологии изготовления металлических конструкций. При разработке учебного пособия использован производственно-технический потенциал Кулебакского завода металлических конструкций (КЗМК).

Примерный план проведения практических занятий:

Занятие №1

Изучение данного пособия.

Занятие №2

Выбор конструктивного элемента для разработки ТИМК. Составление чертежа КМД на основании типовых проектов из Приложения 5.

Занятие №3

Выбор операций по изготовлению деталей и группирование их на сопроводительные листы.

Занятие №4

Технология сборки и отделки отправочного элемента конструкции.

1. ТЕОРИЯ ВОПРОСА

1.1. Технологичность металлических конструкций

Технологичность – совокупность свойств материалов, формы конструкции, её деталей и узловых соединений, допускающих простое, быстрое и экономичное изготовление, транспортирование, монтаж и эксплуатацию. Технологичность изготовления – это возможность применять прогрессивные технологии и высокопроизводительное оборудование. В технологичной конструкции отсутствуют малопроизводительные операции: горячая гибка, подгонка, рассверливание, строгание; учтены допуски на изготовление и монтаж. Уровень технологичности, в основном, определяется типом конструкции, принятом в проекте КМ. Возможности конкретного ЗМК, качественный проект КМД и грамотно составленные технологические карты по изготовлению конструкций могут его повысить.

1.2. Выбор технологических операций и оборудования при обработке деталей

По каждой детали (сборочной марке) необходимо назначить оптимальную технологию изготовления. Оптимальная технология – это такая совокупность операций, выполнение которых в строго определённой последовательности обеспечивает необходимую точность и качество деталей при минимальных затратах материалов и трудовых ресурсов.

Выбор операций зависит от точности, качества, прочности материала, формы, размеров, назначения и серийности детали. Таким образом, для правильного назначения технологических операций необходимо знание требований, предъявляемых к деталям конструкции, возможностей завода-изготовителя и влияние способа обработки детали на свойства материала. Требования к точности и качеству изготовления содержатся в своде правил СП16.13330.2011 Стальные конструкции [2].

Результаты выбора операций по обработке фиксируются знаком «+» в табл.1, в которой назначены операции по изготовлению подкрановой балки, изображённой на рис.1.

1.2.1. Подготовка исходного металла

В подготовку входят: правка, очистка и консервация. Правка на вальцах всегда предшествует операции очистки, так как в процессе правки металл подвергается многократным знакопеременным пластическим

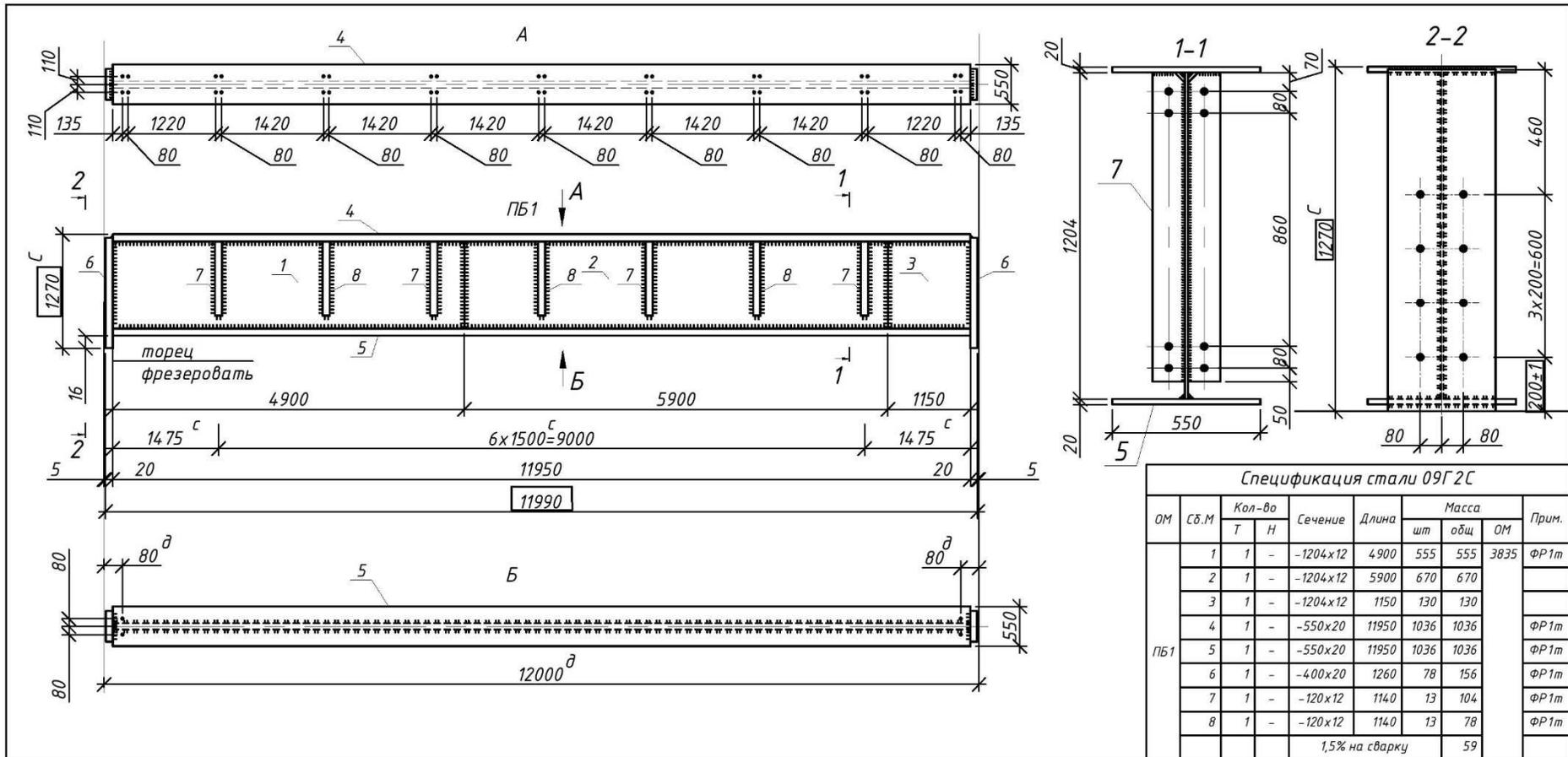


Рис. 1 Подкрановая балка ПБ1

деформациям, при которых происходит отслаивание окалины. Это существенно повышает производительность труда при очистке.

Для правки листовой стали применяют листопрямительные вальцы разной мощности, с различным количеством валков. Для толщин листов 6-40 мм применяют семивалковые вальцы. Для увеличения производительности листы толщиной 5-10 мм правятся пакетом, суммарная толщина которого не превышает максимальной толщины листа для данных вальцев. На вальцах устраняют серповидность полос и местные выпуклости («хлопуны»), помещая между листом и валками полосовые прокладки с вогнутой стороны. Кромка в месте расположения накладки удлиняется и лист выправляется.

Правка угловой стали аналогична листовой. Отличие состоит в форме валков, которые в углопрямительной машине имеют форму роликов, соответствующих форме уголка. Углопрямительные вальцы имеют 7 или 9 сменных роликов, которые устанавливаются в зависимости от размера выправляемого уголка.

Кривизну двутавров, швеллеров, уголков, труб, сплошных круглых и квадратных заготовок, серповидность полос и универсальной стали изменяют (устраняют – правкой, создают – гибкой) однократным изгибом на гидравлических горизонтальных правильно-гибочных прессах.

Правка на растяжных правильных машинах с гидравлическим приводом применяется для нерасчётных элементов, так как при этом металл по всей длине и всему сечению получает относительное удлинение 5-7 %.

Для очистки поверхности металлопроката от окалины, коррозии и создания шероховатой поверхности, необходимой для улучшения адгезии (сцепления) лакокрасочных материалов с металлом широко применяется дробеметный или дробеструйный способы очистки.

Защита стали от коррозии на период изготовления (консервация) производится сразу же после чистки путём нанесения быстросохнущих и не препятствующих сварке грунтовок. Наиболее рациональный способ грунтования – безвоздушное распыление.

1.2.2. Разметка и наметка

Процесс вычерчивания в натуральную величину контура детали, мест обработки, вырезов, линийгиба, центров отверстий на поверхности металла или шаблона называется разметкой.

Процесс переноса контура детали, центров отверстий и осей с шаблона на металл называется наметкой.

При разметке необходимо учитывать производственные операции, которым будут подвергаться размечаемые детали, и предусмотреть все необходимые припуски на резку, фрезерование, усадку от сварки. Величины припусков содержатся в табл. П.1. зазоры на сварку – в табл. П.2.

При серийном изготовлении применяют шаблоны, которые в зависимости от размеров и точности изготавливают из картона, фанеры,

Таблица 1

№	Операции по изготовлению деталей		Сборочные марки												
			1	2	3	4	5	6	7	8					
1	Правка на	вальцах	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
2		правильно-гибочных прессах				+	+								
3	Очистка		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
4	Консервация		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
5	Стыковка исходного проката	поперечная	+	+	+										
6		продольная													
7	Разметка		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
8	Наметка		+	+	+	+	+								
9	Набивка номера плавки		+	+	+	+	+								
10	Маркировка детали		+	+	+	+	+	+	+	+	+				
11	Резка	Механическая	гильотинная	поперечная	+	+	+	+	+		+	+			
12				продольная											
13			пильная	дисковая											
14				ленточная											
15		Термическая	прямолинейная	автоматич. секатором	ручная	+	+	+			+				
16					криволинейная	автоматич. секатором	ручная								
17							ручная	автоматич. секатором							
18			ручная												
19	ручная		автоматич. секатором												
20			ручная												
21	Фрезерование		+					+	+	+					
22	Строгание на станках	поперечно-строгальном													
23		продольном													
24		кромкострогальном													
25	Образование немонтажных отверстий	сверление						+	+						
26		продавливание					+				+				
27		кислородом													
28	Гибка на	кромкогибочном прессе													
29		листогибочных вальцах													
30		правильно-гибочном прессе													
31	Стыковка деталей между собой														
Группировка деталей по сопроводительным листам			СЛ-1		2	3	4	5	6						
			№№ СЛ												

пиломатериалов или листовой стали. Для разметки криволинейных поверхностей применяют универсальный шаблон с гибкой линейкой или фотокопирование.

На современных заводах разметка выполняется на ЭВМ по программам, минимизирующим отходы металла, а резка выполняется машинами плазменной резки с ЧПУ.

1.2.3. Резка стали

Классификация способов резки стали приведена в табл. 1. Самым дешёвым и производительным из них является резка на гильотинных ножницах. Однако её возможности ограничиваются толщиной, прочностью стали, а также формой реза и сечением металлопроката. Ножницы и рабочая зона вокруг них занимают большую площадь, сложно механизировать процесс резки. Одиночные и крупные детали режут по разметке, а серийные – по упору. До половины всего объёма резки на ЗМК выполняется на ножницах.

Для резки фасонного проката, труб, гнутых профилей с толщиной стенок более 6 мм рационально применять дисковые пилы. Качество, чистота поверхности и плоскостность торца при распиле соответствуют фрезерованию. От такого торца можно вести разметку отверстий и положения деталей. Недостатками резки дисковыми пилами является высокая стоимость пильных дисков и низкая производительность по сравнению с резкой на ножницах, но трудоёмкость изготовления детали и конструкции снижаются при одновременном понижении качества. Для резки профилей и труб со стенкой толщиной менее 6 мм применяют ленточные пилы. Максимальный диаметр труб или ширина гнутого профиля до 500 мм.

Для изготовления крупных или толстолистовых деталей на ЗМК применяют кислородную и плазменную резку. Плазменная резка применяется для прямолинейной резки стали. Скорость резки плазмой в пять раз выше, чем кислородом, меньше зона термического влияния, и, следовательно, меньше остаточные температурные деформации. Но не все ЗМК оснащены машинами для плазменной резки и поэтому основным видом термической резки является кислородная. В среднем на ЗМК расходуется 22 кг кислорода на 1 т конструкций.

Ручная кислородная резка применяется в отдельных случаях при малых объёмах работ для поперечной резки двутавров, швеллеров, уголков больших сечений, труб, профилей гнутых, единичных листовых деталей с криволинейным контуром.

Полуавтоматическими ручными переносными машинами производят резку листовых деталей с прямыми и кривыми линиями резов. При резке прямых линий полуавтоматы перемещаются по прямолинейным направляю-

щим линейкам, а при резке кривых линий – по шаблонам или направляющей универсального переналаживаемого лекала.

Наибольший объём кислородной резки выполняется стационарными газорезательными машинами, которые имеют высокую производительность и обеспечивают качественную резку. Многие из них оснащены 2 – 6 резаками, что позволяет вырезать до 5 полос одновременно без разметки. Ширина реза и скорость резки зависят от толщины металла, требуемого качества кромок после резки. Одновременно с резкой можно выполнять разделку кромок. Ширина реза при толщине до 16 мм равна 3 мм, а при толщине до 50 мм – 4 мм. В большинстве случаев при вырезке листовых деталей целесообразно снизить скорость резки на 20-30% и вырезать не заготовки, а детали без последующей механической обработки.

Для повышения скорости резки и качества кромок в настоящее время широко применяется резка с кислородной завесой.

При термической и гильотинной резке стали на толщине 2-3 мм от поверхности реза металл претерпевает структурные изменения, поэтому требуется, строгать или фрезеровать кромки деталей, если детали не подлежат дальнейшей сварке.

При термической резке необходимо соблюдать технологические мероприятия, предупреждающие появление усадочных деформаций. Резку полос шириной до 600 мм одним резаком или при роспуске двутавров на тавры следует производить участками длиной 2000-3000 мм, оставляя перемычки по 40-60 мм.

Листовую сталь толщиной до 10 мм можно резать пакетом толщиной до 100 мм, плотно стянутым струбцинами.

Маркировка деталей выполняется мелом или фломастером на поверхности детали после её резки и включает в себя номер детали, номер чертежа, по которому она изготовлена, номер сопроводительного листа.

1.2.4. Строгание и фрезерование

Строгание и фрезерование – операции по обработке кромок, торцов и поверхностей деталей для получения размеров с минимальными отклонениями от проектных, удаления неровностей. Строгание и фрезерование кромок и поверхностей взаимозаменяемы, но торцы элементов можно только фрезеровать. Фрезерование менее трудоёмко, чем строгание, но стоимость резов для строгания несколько ниже фрез. Сейчас происходит широкая замена строгания более производительным фрезерованием. На суппорты кромкострогальных станков устанавливают фрезерные головки, что позволяет повысить производительность труда в 1,5 раза.

1.2.5. Образование отверстий

На ЗМК применяют три способа образования отверстий: продавливание (пробивка), сверление, кислородная резка.

Продавливание отверстий в деталях допускается: для малоуглеродистых сталей толщиной до 25 мм, для низколегированных – до 20 мм, для высокопрочных – до 10 мм включительно; диаметр отверстия должен быть больше толщины детали не менее, чем на 2 мм.

Сверление отверстий диаметром до 30 мм назначается для деталей толщиной свыше 20-25 мм. В деталях меньшей толщины сверление применяется при сложном расположении отверстий и при диаметрах отверстий, меньших толщины детали.

Отверстия диаметром более 30 мм в целях повышения производительности труда получают кислородной резкой и последующим, в необходимых случаях, рассверливанием.

В зависимости от требуемой точности положения центров отверстий сверление производят:

- по разметке или наметке (точность – 1 мм);
- по шаблону (рядовая деталь с отверстиями);
- по кондуктору (точность положения центров – 0,3 мм);
- на станках с числовым программным управлением (точность зависит от станка, обычно не менее 0,1 мм).

По наметке сверлят отверстия в уголках, швеллерах, двутавровых и единичных листовых деталях.

Сверление по шаблону пакета из 4-5 деталей значительно повышает производительность труда при сверлении. Деталь с просверленными отверстиями может быть использована в качестве шаблона не более 3-4 раз. Максимальная толщина пакета – не более 80 мм.

Сверление по кондуктору применяют для листовых деталей, требующих высокой точности расположения отверстий (торцевые фасонки стропильных и подстропильных ферм, торцевые рёбра подкрановых и главных балок, элементы стыков, соединяемых на монтаже болтами или заклёпками).

Применение сверлильных многошпиндельных или одношпиндельных станков с числовым программным управлением резко повышает производительность труда и точность расположения отверстий, за счёт устранения операций по разметке и наметке.

При разработке технологической карты необходимо выбрать марку станка и устройство для закрепления детали на столе.

1.2.6. Гибка

Холодную гибку деталей производят на листогибочных вальцах (вальцовка), кромкогибочных (листогибочных) прессах, роликогибочных станках,

горизонтальных правильногибочных прессах. Максимальная относительная деформация крайних волокон не должна превосходить 2%. В противном случае произойдет значительное искусственное старение стали.

На листогибочных вальцах производят вальцовку листовой стали для образования цилиндрических, конических, сферических и седлообразных поверхностей, а также кольцевая гибка двутавров, швеллеров и уголков (по два одновременно).

Для вальцовки колец из профильного проката используются роликогибочные станки с горизонтальным расположением роликов. Ролики сменные, в зависимости от вида и калибра проката (аналогично углоправильным вальцам).

На кромкогибочных прессах изготавливают гнутые профили, производят гибку листовой стали под углом, производят смалковку и размалковку уголков, гибку конических, призматических, пирамидальных поверхностей, переходы с круга на прямоугольный контур.

На горизонтальных правильногибочных прессах производят гибку профильной стали в обеих плоскостях и полосовой стали на ребро.

1.2.7. Предварительная стыковка проката

Необходимость стыковки деталей фиксируется знаком + в графах 5, 6 табл.1. Стыковка листов, профилей, труб необходима, если длина или ширина деталей превышает соответствующие размеры исходных заготовок, при изготовлении поясов балок и ферм переменного сечения, а также для сокращения отходов при изготовлении. Укрупнение листов выполняется автоматической дуговой сваркой, а профилей и труб – полуавтоматической.

1.2.8. Сварка

Сварка является одной из самых трудоёмких операций при изготовлении металлических конструкций. На её долю приходится около 35% всех трудовых затрат по изготовлению.

Основные способы и объём сварки на ЗМК:

1. Ручная сварка – 7%;
2. Автоматическая под слоем флюса – 23%;
3. Полуавтоматическая в среде CO_2 – 70%;

Около половины объёма сварки на ЗМК выполняется на участке предварительной стыковки листов. Степень автоматизации сварки здесь наибольшая. Второе место по объёму сварки занимает участок сварки поясных швов двутавровых стержней.

Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа применяется для сварки прерывистых, коротких, труднодоступных швов, стыков двутавров, швеллеров, уголков, гнутых профилей. Сварка выполняется полуавтоматами

для швов любого вида, во всех пространственных положениях швов. Недостатком этого вида сварки является сильное разбрызгивание металла и посредственное формирование шва. Для снижения стоимости защитного газа и частичного устранения недостатков применяют смесь углекислоты (70-80%) с кислородом (20-30%), но при этом, происходит повышенное образование шлака

При укрупнении заготовок автоматическая сварка стыковых швов выполняется на тех же флюсмагнитных стендах, что и сборка. Типы швов и режимы сварки приведены в табл.П.2. Флюсмедные подкладки, прижимаемые к деталям снизу пневматическим шлангом, обеспечивают хорошее формирование корня шва.

Для листов толщиной до 50 мм без разделки кромок угловыми и стыковыми швами наиболее производительным и экономичным является сварка с применением порошкового присадочного материала (ППМ). Метод позволяет увеличить удельное тепловложение в металл в 1,6-1,8 раза и форсировать режим сварки, что повышает качество шва, снижает сварочные напряжения и деформации. Применяя ППМ с различным содержанием легирующих элементов, можно в широких пределах изменять химический состав металла шва.

Сварку сталей повышенной и высокой прочности, например, 16Г2АФ, выполняют с ППМ.

Для сварки листов толщиной более 45 мм применяют электрошлаковую сварку, которая не требует разделки кромок.

Зачистка швов производится фрезерными тракторами, армированными абразивными кругами толщиной 3-6 мм, пневматическими зубилами или воздушно-дуговой резкой с последующей зачисткой стальной щёткой. Теми же инструментами вскрываются обнаруженные дефекты сварки и вновь завариваются полуавтоматами или вручную.

1.3. Группирование деталей по сопроводительным листам

К основным документам технологического процесса относятся сопроводительные листы, листы полуфабрикатов, технологические карты-наряды (на сборку, сварку и клёпку), чертежи и заказы на специальный инструмент и приспособления. Носителями инженерных решений являются сопроводительные листы и технологические карты-наряды. Остальные документы носят учётный характер.

Сопроводительный лист (СЛ) устанавливает технологию изготовления деталей, металлопрокат и оборудование. В него включают детали, для изготовления которых применяется одна марка стали, один вид проката, одна и та же последовательность операций, одно и тоже оборудование.

СЛ составляется по следующим принципам:

- по материалу. В одном СЛ должен быть только один материал, одна марка стали;
- по сортаменту. Листовые детали разделяют на тонкие – до 14 мм, средние – до 22 мм, толстые – свыше 22 мм, короткие – по 2 метра и длинные – свыше 2 м;
- по технологии изготовления. Если в табл. 1 у сборочных марок «+» расположены в одних и тех же строках, то их можно включить в один сопроводительный лист.

Детали, получаемые путём предварительной стыковки листов и последующего роспуска на полосы, помещаются в отдельные сопроводительные листы.

Группировать детали по СЛ начинают с основных, наиболее крупных или преобладающих по числу и по массе, а заканчивают мелкими второстепенными. Число СЛ и деталей в одном листе может быть различным. Так, например, все фасонки ферм, не имеющие отверстий и строганных кромок, можно включить в один СЛ.

Данные о выделяемом металле заносит в сопроводительный лист группа комплектации отдела главного конструктора. Отдел главного технолога заносит в СЛ данные технологического маршрута и способы обработки деталей. СЛ выдаются цеху обработки, для которого они служат требованием на подачу металла со склада, заданием на изготовление деталей и накладной для сдачи готовых деталей на склад полуфабрикатов.

Документальное закрепление деталей за сопроводительными листами производить в нижней части табл. 1. Против сборочных марок ставится номер СЛ, в который они включены.

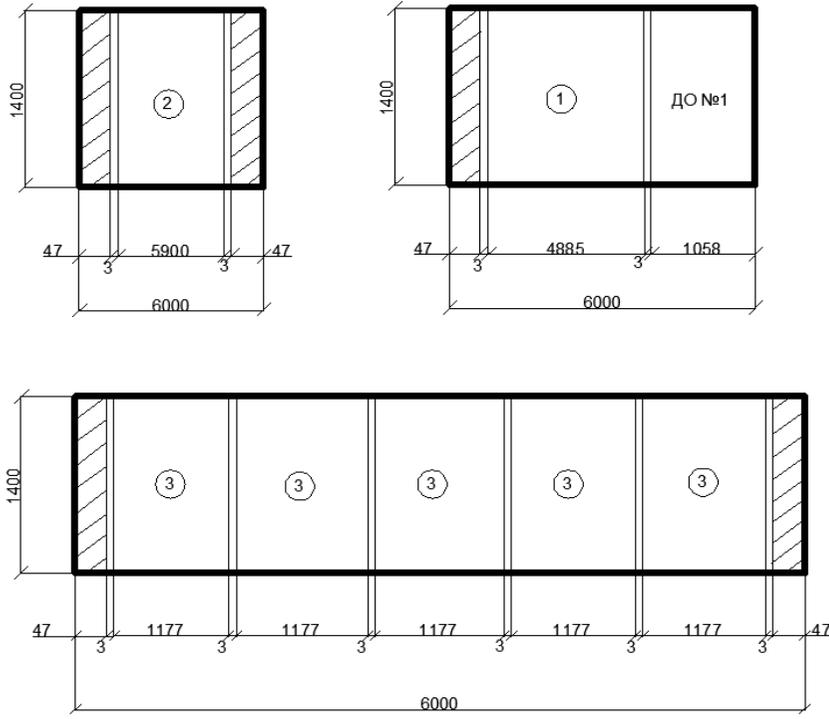
1.4. Раскрой металла

Основными задачами при раскрое металла являются задачи минимизации отходов и затрат труда на резку металла. Иногда они противоречат друг другу. В современном производстве оптимизацию раскроя производят на ЭВМ. В задании это выполняется интуитивно по эскизу в табличной форме (см. табл. 2).

Таблица 2

Карта раскроя деталей для ПБ-1. Серийность 40 шт.

№ СЛ	По проекту КМД				Ши- рина реза, мм	Эскиз раскроя с учётом припусков и зазоров
	Сбор марки	Сечение	Длина, мм	Кол-во на заказ		
1	2	3	4	5	6	7
1	1 2 3	-12x1204 -12x1204 -12x1204	5450 5450 1050	40 40 40	3	<p>Резать после сварки одновременно</p> <p>Повторить 39 раз</p> <p>Деловой отход №2 M=161x40=6440кг</p> <p>Припуски</p> <p>1. На стыковые швы $2 \times 1,5 = 3$</p> <p>2. На рёбра жёсткости $0,5 \times 7 = 3,5$</p> <p>3. На фрезерование торцов $6 \times 2 = 12$</p> <p>Итого 24 мм</p> <p>Зазоры на сварку $6 \times 2 = 12$ мм</p>

1	2	3	4	5	6	7
СЛ-1	1 2 3					<p>Предварительный расход деталей стенки. Резка кислородная. Повторить 39 раз. ДОН №1 – 140 кг</p>  <p>Повторить $n=40/5 - 1=7$ раз. Отходы $14,8 \times 8=118$ кг. ДОН №1 $M=140 \times 40=3500$ кг Возврат складу по СЛ-1 ДОН №1 и ДОН №2 $M=6640+5600=12040$ кг</p>

Раскрой исходных листов для изготовления деталей с прямолинейным контуром должен предусматривать минимальное число резов. Остающиеся после раскроя обрезки разделяют на отходы и деловой возврат складу (деловые отходы ДО-№) условной границей между ними являются размеры: лист 500x500, полоса 250x1000, фасонный прокат длиной 1 м. Использование металла меньших размеров на ЗМК нерационально. Для раскроя малых партий мелких деталей можно задаться размерами деловых отходов произвольно. Нормативный процент отходов на ЗМК – 3-4% без учёта деловых.

При раскрое необходимо учитывать припуски на обработку как при разметке деталей. При укрупнении заготовок необходимо учесть зазоры на сварку (табл. П.2.). По эскизам раскроя необходимо по каждому СЛ подсчитать количество исходных профилей или листов, массу делового возврата складу и отходов, которые не должны превышать 3-4%

1.5. Заказ металла со склада завода

По каждому сопроводительному листу необходимо заказывать исходный металл на весь заказ с минимальными отходами. При назначении исходного металла предполагается, что на складе ЗМК имеются профили и сечения, наиболее часто применяемые в строительных конструкциях. Следует учесть, что некоторые виды изделий могут быть временно дефицитными. Например, универсальная широкополочная сталь ввиду сложности её заказа из-за большого количества типоразмеров по ширине практически отсутствует на складах. Только при производстве подкрановых балок очень большой серийности её целесообразно заказывать. При этом сроки выполнения заказа будут зависеть не только от ЗМК, сколько от поставщика, поэтому на ЗМК широко используется предварительная стыковка листов толстолистовой стали с последующим раскромом.

В задании заказ оформляется в виде таблицы 3, которая заполняется после выполнения раскроя.

1.6. Технологическая карта-наряд на предварительную стыковку листов

В общем объёме деталей 20-35% составляют крупные, листовые, поэтому на всех ЗМК имеются специализированные поточные линии или участки для стыковки листов в полотнища с целью их последующего безотходного роспуска на полосы требуемой ширины и длины. Размеры получаемых полотнищ лимитируются возможностями газорезущих машин и грузоподъёмностью кранов. Состав и последовательность операций предварительной стыковки приведён в табл. 4.

Таблица 3

Заказ металла со склада завода на изготовление ПБ

№	Пункты заказа	Номера сопроводительных листов					
		1	2	3	4	5	6
1	Марка стали	09Г2С	09Г2С	09Г2С	Ст3кп		
2	Номер плавки	1987	1986	1986	21987		
3	Обозначение профиля или толщина листов	т.л. 12	универс. 20	т.л. 20	т.л. 12		
4	Длина и ширина, м	1,4x6	0,55x12	1,4x6	1,4x6		
5	Количество листов или профилей	88	80	6	5		
6	Масса одного листа или профиля	792	1037	1320	792		
7	Общая масса по СЛ	69700	82900	7920	3960		
8	Масса готовых деталей по проекту КМД на заказ	54400	82880	6280	3640		
9	Возврат складу ДО, кг	12040	-	560	80		
10	Отходы, кг	3260	20	1080	240		
11	Отходы, %	4,67	0,02	13,6	6		
12	Общая масса стали на заказ	164480 кг					
13	Общая масса отходов на заказ	4600 кг					
14	Количество отходов в %	2,8%					

Поскольку наиболее часто применяемые размеры толстолистовой стали 2x6 м, то предварительно укрупняются детали отправочных марок длиной более 6 м и высотой сварного сечения более 1900 мм. Подготовка полуфабриката включает в себя предварительный раскрой, подрезку торцов листов в состоянии поставки на 40-50 мм, подготовку кромок под сварку. Для укрупнения используют деловой возврат наравне с целыми листами.

Применение рулонной стали исключает поперечную стыковку листов, но ЗМК часто не располагает оборудованием для разматывания рулонов и роликовыми ножницами для их резки.

1.7. Технологическая карта-наряд на изготовление деталей

Операции по обработке деталей по каждому СЛ из табл. 1 записываются в графу табл. 5 в порядке их выполнения, который должен обеспечивать максимальную производительность и качество изготовления, а также исключать противопоток деталей. Для каждой операции выбирается модель оборудования, приспособления, инструмент, которые заносятся в графы 5-7 технологической карты. Разрабатываются и заносятся в графу 8 мероприятия по организации и интеграции выполнения операций при гарантированном качестве.

ве. При составлении технологической карты количество операций по сравнению с табл.1 увеличивается, так как побочные дефекты изготовления требуют их устранения, например, удаление грата, вторичная правка, приварка и срезание выводных планок, шлифование поверхностей резов и швов. Эти операции в начальной стадии проектирования учитывать не следует.

1.8. Разработка технологии изготовления заданной конструкции

При выполнении задания требуется дать подробное описание технологии изготовления одной заданной конструкции в пояснительной записке.

Виды заданных конструкций:

1. Стропильная ферма «Молодечно» (18, 24, 30 м) [Серия 1.460.3-23.98] (пояса, раскосы, фланцы, фасонки, узел опирания прогона);
2. Подстропильная ферма «Молодечно» (12 м) [Серия 1.460.3-23.98] (пояс, стойка, раскосы, фланцы, фасонки, узлы крепления СФ);
3. Подкрановая часть сквозной колонны среднего ряда при шаге колонн б (12) м, $h = 6,4; 8,2; 11,2; 13,6$ м [Серия 1.424.3-7.1] (ветви, решетка, листы подкрановой базы, опорной базы, анкерные плитки);
4. Сварная подкрановая балка $l = 12$ м (рядовая, концевая) [Серия 1.426.2-7.3] (стенка, пояса, опорные ребра, ребра жесткости).

Порядок выполнения задания:

1. Выбор конструкции;
2. Определение необходимых деталей для ее изготовления;
3. Выполнение чертежа КМД выбранной конструкции (рис.1), определение операций, необходимых для изготовления сборочных марок, группирование марок на сопроводительные листы (табл.1);
4. Составление карты раскроя деталей (табл.2);
5. Оформление таблицы заказа металла со склада (табл.3);
6. Составление технологической карты на предварительную стыковку листов на поточной линии (табл.4);
7. Составление технологической карты-наряда на изготовление деталей конструкции (табл.5);
8. Составление технологической карты-наряда на сборку, сварку и отделку конструкции (табл.6).

Таблица 4

Эскиз	№ СЛ	Сбор марки	Перечень операций по изготовлению	Оборудование и его марка	Приспособления	Инструмент	Мероприятия по повышению производительности труда
1	2	3	4	5	6	7	8
См. карту раскроя	1	1	7. Автоматическая сварка стыковых швов под флюсом с применением ППМ	Двухдуговой трактор ДТС-38	Пневмоотсос остатков флюса	Молоток сварщика	Трактор подвесить над отводящим рольгангом
		2	8. Фрезерование швов заподлицо с основным металлом	ТФС-2	Пневмоприжим листа к трактору	Фреза	
		3	9. Кантовка заготовки 10. Сварка корня швов на второй стороне листа на стеллаже 11. Фрезеровка швов 12. Отрезание выводных планок и зачистка поверхности реза 13. Вторичная правка.	Кантователь SUBARC-5	Стеллаж	Кислородный резак, шлифмашинка	
			14. Маркировка и набивка номера плавки	УБР-32x3150x7 Маркер ЧПУ		Мел, цифр. клейма	Править пакетом по 2 листа одновременно

Технологическая карта на предварительную стыковку листов на поточной линии

Эскиз	№ СЛ	Сбор. марки	Перечень операций по изготовлению	Оборудование и его марка	Приспособления	Инструмент	Мероприятия по повышению производительности труда
1	2	3	4	5	6	7	8
См. карту раскроя	1	1	<p>Изготовление стенки</p> <p>1. Разметка и наметка линий резов стыкуемых кромок</p> <p>2. Резка поперечных кромок деталей 1 и 2.</p> <p>3. Резка деталей 3 на ножницах</p> <p>4. Зачистка кромок</p> <p>5. Сборка стенки на флюсомагнитном стенде</p> <p>6. Приварка выводных планок по концам швов</p>	<p>Секатор «Радуга»</p> <p>ScTP25/3150</p> <p>Стенд</p> <p>АБСК</p>	<p>Стол</p> <p>Направляющая линейка</p> <p>Стол с шаровыми опорами, упор</p> <p>Медная подкладка t=20</p>	<p>Рулетка, мел</p> <p>Струбцина</p> <p>Скребок</p> <p>Ломик, прокладки t=6 мм</p>	<p>Дет. 1 и 2 разложить стопками по 4 шт.</p> <p>Резка пакетом по 4 листа одновременно</p> <p>Разметить внешний контур, резка без разметки по упору</p>

Таблица 5

Технологическая карта-наряд на изготовление деталей ПБ1.

Эскиз	№ СЛ	Сбор марки	Перечень операций по изготовлению	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Мероприятия по повышению производительности труда
1	2	3	4	5	6	7	8
См. карту раскроя	1	1 2 3	Изготовление стенки 1. Резка двух кромок одновременно с кислородной завесой 2. Удаление грата 3. Правка полос на вальцах 4. Фрезерование 1 торца	АСW-2500 УБР-40x3150x7 НР-198	Мундштук трёхканальный Два рольг.	Струбцины Скребок	Резка пакетами по 4 шт. Чистота кислорода – 99,8% Править по 2 шт. Фр. пакетами по 20 шт.
	2 3	4 5	Изготовление поясов 1. Правка универсала 2. Правка серповидности 3. Разметка торцов деталей 4. Поперечная резка 5. Фрезерование 1 торца	УБР-40x3150x7 УБР-32x3150x7 «Радуга» ИР-198	Два рольг. Направл.	Рулетка	Пакетом по 2 шт. Пакетом по 10 шт. Пакетом по 4 шт. Пакетом по 10 шт.
	2	4	6. Разметка отверстий 7. Сверление по кондуктору	 V-200	Стеллаж Накладной кондуктор	Рулетка, чертилка Сверло $\varnothing 23$	Размечать риски 2 отверстий в кусте Пакет из 4 дет.

Продолжение таблицы 5.

Эскиз	№ СЛ	Сбор марки	Перечень операций по изготовлению	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Мероприятия по повышению производительности труда
1	2	3	4	5	6	7	8
См. карту раскроя			8. Сверление отверстий в деталях по шаблонам из пакета №1	V-200	Зажимы		1. Пакеты по 4 шт. 2. Использовать детали в качестве шаблона 3 раза
	4	6	1. Разметка контуров деталей 2. Маркировка, набивка № плавки 3. Резка рёбер на ножницах 4. Правка на подкладном листе 5. Фрезерование 1 торца 6. Сверление отверстий	ScTP25/3150 УБР-32x3150x7 ИР-198 V-600	Упор 2 рольг. Зажимы	Линейка Мел Кондуктор	По шаблону Резка по упору Пакетами по 20 шт. Пакетами по 4 шт.
	5 6	7 8	1. Разметка, наметка, маркировка 2. Резка на гильотине 3. Резка углов на пресс-ножн. 4. Правка на подкладном листе	ScTP25/3150 УБР-32x3150x7	Шаблон Лист	Мел	По упору
	6	8	5. Продавливание отверстий	ТИРОВ-251	Шаблон		

2. ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТПРАВОЧНОГО ЭЛЕМЕНТА КОНСТРУКЦИИ

2.1. Сборка конструкций

Сборка сварных конструкций является одной из самых ответственных и трудоёмких операций изготовления, примерно равной по трудозатратам сварке. Сборка стальных конструкций производится по разметке, по копиру, в кондукторах, на специальных сборочных стендах. Тип сборки зависит от вида конструкции, серийности, загрузки оборудования на период изготовления элемента.

Сборка по разметке является наиболее трудоёмкой, но она не гарантирует качество, поэтому применяется на ЗМК малой мощности при изготовлении мелких серий.

Для сборки двутавров с высотой сечения до 2,8 м и длиной до 18 м применяют кондуктор с подвижным порталом, в котором прижатие полок к стенке производится пневмоприжимами.

Сборка решётчатых конструкций: ферм, колонн, связей, секций мачт, башен, опор ЛЭП производится по копиру. Копир – это готовый отправочный элемент конструкции или его часть, изготовленный по разметке с повышенной точностью из деталей с изготавливаемой партии, по которому методом наложения собирают все последующие элементы. Копир является последним элементом или используется как первая половина для изготовления последнего элемента партии, после чего прекращает своё существование, превращаясь в рядовую конструкцию. Точность изготовления копира на 25% выше, чем сборка конструкции по разметке. После изготовления копир принимает ОТК. Даже при изготовлении двух элементов копир выгоден.

Сборка плоских ферм большой серийности производится в кондукторе, который устанавливается на сборочной плите размерами 4x12 м с помощью универсальных сборных сборочных приспособлений (УССП) различного типа. Существует около 10 типов УССП, каждый из которых решает свои задачи: задаёт положение стержня по высоте, положение стержней в плане, положение фасонки, отверстий, фланцев и т.д. Устройство УССП зависит от типа сечений стержней – уголки, тавры, трубы. В необходимых случаях разрабатывают новый тип УССП.

2.2. Общая и контрольная сборка

Для обеспечения высокого качества монтажных соединений на ЗМК производят общую или контрольную сборку. Контрольная сборка производится

только для проверки точности изготовления без дополнительных технологических операций, а при общей сборке производится подгонка деталей, рассверливание отверстий на проектный диаметр, установка фиксаторов, индивидуальная маркировка.

Контрольная сборка производится для проверки правильности изготовления отдельных элементов, кондукторов и приспособлений. Её назначают в объёме 5-15% от общего количества изготавливаемых элементов. Обычно, контрольной сборке подлежат первый и каждый десятый серийно изготавливаемый по кондукторам элемент на универсальном ЗМК, а на специализированных, где точность выше, только каждый 50-й. Контрольной сборке подвергаются сложные по условиям монтажа конструкции.

Общей укрупнительной сборке подвергаются колонны массой свыше 20 т, подкрановые балки пролётом 18 м и выше, фермы пролётом свыше 36 м, все негабаритные конструкции, кроме цилиндрических. Для типовых стержневых конструкций промзданий, когда диаметр монтажных отверстий больше диаметра болтов на 3 мм, общие и контрольные сборки не назначаются.

2.3. Сварка и отделка двутавровых стержней

На большинстве ЗМК стержни двутаврового сечения изготавливают на поточных линиях или на специализированных участках по единому многооперационному законченному технологическому циклу. На первом участке изготавливают детали, а на втором производят сборку, сварку и отделку стержней. Последовательность выполнения операций дана в табл. 6.

Сварка производится только после проверки правильности сборки ОТК. Начала и концы поясных швов выводятся на выводные планки. Наилучшее формирование поясного шва происходит при сварке в симметричную «лодочку», а наилучшее проплавление кромки стенки достигается при сварке в несимметричную лодочку. В этом положении обеспечивается полный провар стенки без разделки её кромки, поэтому подкрановые и мостовые балки сваривают этим способом. В положении «лодочка» двутавр устанавливается на специальные стеллажи-козелки при сварке трактором и на центральной кантователе при сварке автоматом АБС. Кантователь обеспечивает круговое вращение двутавров вокруг продольной оси с высотой сечения от 400 до 1300 мм и длиной от 4 до 16 м.

Правку грибовидности полок после сварки производят на специальном станке. Максимальная ширина выправляемых полок 1000 мм, толщина 40 мм.

Фрезерование торцов производится на торцефрезерных станках после проверки и закрепления стержня на столе. Фрезеровка осуществляется не менее чем за два подхода, причём последний чистовой с глубиной резания 1 мм.

Оформление стержней производится по разметке. При наличии фрезерованного торца разметка идёт от него, в стержнях с нефрезерованными стержнями – от середины длины стенки. Прижатие рёбер жёсткости к стенке производится с помощью скоб и клиньев.

2.4. Технологическая карта-наряд на сборку, сварку и отделку отправочного элемента

Образец карты-наряда на сборку и сварку подкрановой балки приведён в табл. 6. В технологической карте выбираются и взаимоувязываются современные методы изготовления конструкций, выбираются или разрабатываются необходимые приспособления и инструменты.

2.5. Сертификат на конструкцию

В ходе изготовления на конструкцию составляется сертификат. Это официальный документ, в котором отражается: кем, когда, из каких материалов, по каким техническим условиям изготовлена данная конструкция.

Кроме того, сертификат включает: даты начала и окончания изготовления конструкции; наименования организаций, выполнивших рабочие чертежи КМ и детализованные чертежи КМД; марки сталей конструкции; примененные сварочные материалы; протоколы испытания сварных соединений и другие сведения.

Подписывают сертификат: директор завода по качеству продукции, начальник цеха сборо-сварки, начальник ОТК.

Таблица 6

Технологическая карта-наряд на сборку, сварку и отделку балки ПБ1.

№	Перечень операций по изготовлению	Марка оборудования	Приспособления	Инструмент	Мероприятия по повышению производительности труда
	1	2	3	4	5
1.	Сборка стержня в кондукторе с подвижным порталом Сварка поясных швов Правка грибовидности Фрезерование торца Разметка и приварка рёбер жёсткости Сверление монтажных отверстий Маркировка Грунтовка	Кондуктор	Подкосы для поясов	Мерительный, лом	Собирать 2 балки параллельно
2.		SUBARC-5	Кантователь, отсос флюса	Совок, молоток	Сварка с ППМ. Ультразвуковая дефектоскопия
3.		УБР-32х3150х7 ТФС-1, ТФС-2	Два рольг. Оптич. прибор для контроля	Шаблон Фреза	Торцевать за 2 раза ,2-й рез-1 мм. Кантователь
4.					
5.		АБСК	Стеллаж, СОЖ зажимы Трафарет	Рулетка, угольник Сборочные пробки Краскопульт	Два плоских накладных кондуктора Сушильная камера, время сушки 30 мин.
6.		2М57			
7.		Аппарат для грунтования			
8.					

РАЗМЕРЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИПУСКОВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица П1.1

Назначение припуска	Характеристика припусков	Размеры припуска, мм
1	2	3
На усадку при сварке	На каждый стыковой шов:	
	– балок из листа:	
	площадью сечения до 80 см ²	1
	площадью сечения более 80 см ²	1,5
	решётчатых конструкций	1
	– листовых конструкций:	
	вертикальные и кольцевые стыки листов	
	толщиной до 16 мм	1
	вертикальные стыки листов до 16 мм	2
	кольцевые стыки листов до 16 мм	3
На каждую пару рёбер жёсткости	0,5	
На 1 пог.м. продольного шва		
с катетом:	до 6 мм	0,05
	до 10 мм	0,1
	свыше 10 мм	0,2
На фрезерование	На каждый фрезеруемый торец	5-6
На строгание	На строганную кромку при резке:	
	на ножницах	3
	кислородной вручную	5
	кислородной машиной	3
На ширину реза	При машинной кислородной резке при	
	толщине:	
	5-25 мм	3
	25-50 мм	3-4
	50-100 мм	4-5
	При ручной кислородной резке	
	при толщине:	
5-25 мм	3-4	
25-50 мм	4-5	
50-100 мм	5-6	
	При резке лентопильным станком	3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ТИПЫ И РАЗМЕРЫ СТЫКОВЫХ ШВОВ И РЕЖИМЫ ИХ СВАРКИ

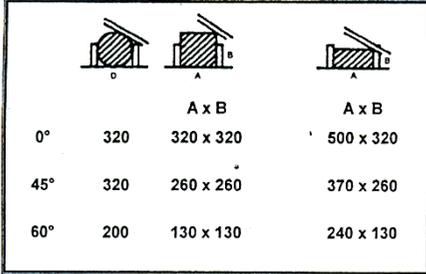
Таблица П2.1

Виды автоматической сварки	Толщина листов, мм	Разделка кромок	Зазор, мм	Режимы сварки					Расход ПЦ, кг/м	
				Ø, мм	Напряж. дуги, В	Ток, А	Скорость м/час			
							Проволоки	Сварки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1.Однодуговая, односторонняя	Под флюсом на флюс. подушке	4-6	-	1	3	30	400	70	60	-
		8	-	2	3	30	450	85	55	-
		10-16	-	2	4	34	700	90	30	-
		18-24	v	4	4	38	850	120	25	-
Двухсторонняя	30	x	0	4	40	1000	160	17	-	
	40	x	0	4	42	1100	190	17	-	
2.Двухдуговая под флюсом: 1 дуга на флюс. подушке 2 дуга двухсторонняя	30	x	0	4	40	1000	210	22	-	
	40	x	0	4	42	800	120	20	-	
					44	850	180			
3.Односторонняя под флюсом с порошковым присадочным материалом (ППМ) на флюсомедной подкладке с формированием нижней поверхности шва	20	-	6	4	42	800	154	30	0,5	
	32	-	7	4	43	900	163	17	0,8	
	40	-	8	4	46	1000	169	17	1,2	
	50	-	9	4	50	1200	210	14	1,6	

ОБОРУДОВАНИЕ КУЛЕБАКСКОГО ЗАВОДА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ (КЗМК)

Наименование	Назначение	Технические характеристики
Дробеметная установка ROSLER RRB 22/5 L (Германия)	Обработка листового и профильного металлопроката	Автоматическая система сбора и очистки дробы Поперечные загрузочный и разгрузочный столы Количество дробеметных аппаратов – 6 шт Размеры обрабатываемых профилей: – лист 2000 x 12000 мм – прокатные профили max h = 500 мм Максимальный вес одной загрузки 8 т
Дробеметная установка АМУРЛИТМАШ Модель 24576	Обработка листового и профильного металлопроката	Автоматическая система сбора и очистки дробы Количество дробеметных аппаратов 4 шт Размеры обрабатываемых профилей: – лист 2500 x 12000 мм – прокатные профили max h = 600 мм Максимальный вес одной загрузки 10 т
Сортоправильная машина СКМЗ 9х800	Правка уголкового металлопроката	Число роликов: – Правильных – 9 – Приводных нижних – 5 – Холостых верхних – 4 Расстояние между осями роликов – 800 мм Мощность эл. Двигателей – 55 квт Скорость правки – 0,46 м/сек Продольная регулировка роликов – ручная Вертикальная регулировка верхнего ролика(max) – 105 мм Минимальная длина уголка – 2500 мм Минимальный профиль уголка – 75x75x5 мм Максимальный профиль уголка по классам сталей: С 235 – 200x200x30 С 275 – 200x200x20 С 345 – 200x200x18 С 375 – 200x200x16

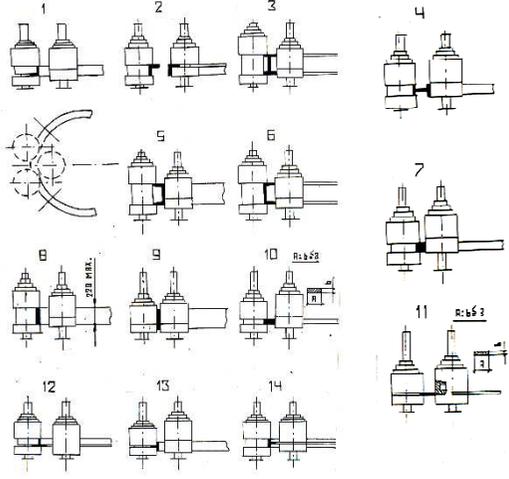
		С 440 – 200х200х15 С 590 – 200х200х10
Универсальный горизонтальный гидравлический пресс «ПИКСВЕМ-400»	Правка листового и профильного металлопроката	Прессовое усилие – 400 тн Рабочее давление – 315 кг/см ² Диаметр рабочего цилиндра – 400 мм Ход поршня – 630 мм Скорость поршня – 23 мм/сек Скорость обратного хода поршня – 65 мм/сек Наибольший размер при правке и гибке: <ul style="list-style-type: none"> – Двутавр (стоя) – до №60, двутавр (лежа) – до №50 – Швеллер (стоя) - до №40, швеллер (лежа) – до №40 Квадратная труба – наибольший размер – 300 х 300 мм Прямоугольная труба – наибольший размер – 250 х 350 мм Уголок - 250 х 25 мм
Универсальный горизонтальный гидравлический пресс «ПИКСВЕМ-250»	Правка листового и профильного металлопроката	Прессовое усилие – 250 тн Рабочее давление – 315 кг/см ² Диаметр рабочего цилиндра – 320 мм Ход поршня – 560 мм Скорость поршня – 22 мм/сек Скорость обратного хода поршня – 34 мм/сек <ul style="list-style-type: none"> – Двутавр (стоя) – до №60, двутавр (лежа) – до №35 – Швеллер (стоя) - до №40, швеллер (лежа) – до №30 Квадратная труба – наибольший размер – 300 х 300 мм Прямоугольная труба – наибольший размер – 250 х 350 мм Уголок – 250 х 20 мм
Листоправильные вальцы «УБР» - 32х3150х7	Правка листового металлопроката	Количество правильных валков – 7 Максимальная ширина листа – 3150 мм Максимальная толщина листа – 32 мм Минимальная толщина листа – 10 мм Скорость правки – 12 м/мин
Листоправильные вальцы «УБР» - 40х3150х7	Правка листового металлопроката	Количество правильных валков – 7 Максимальная ширина листа – 3150 мм Максимальная толщина листа – 40 мм

		<p>Минимальная толщина листа – 10 мм Скорость правки – 9 м/мин</p>																																							
Ленточнопильный станок для резки профильного проката «PEGASUS»	Резка профильного металлопроката под разными углами	<table> <tr> <td>- вес</td> <td>кг</td> <td>850</td> </tr> <tr> <td>- габаритные размеры</td> <td>мм</td> <td>1200x2150x1600</td> </tr> <tr> <td>- главный двигатель</td> <td>кВ</td> <td>2.2</td> </tr> <tr> <td>- двигатель насоса для подачи смазочно-охлаждающей эмульсии</td> <td>кВ</td> <td>0.037</td> </tr> <tr> <td>- двигатель гидравлического насоса</td> <td>кВ</td> <td>0,37</td> </tr> <tr> <td>- скорость ленточной пилы</td> <td>м/мин</td> <td>от 16 до 80</td> </tr> <tr> <td>- размер ленточной пилы</td> <td>мм</td> <td>4120(±5)x34x1.1</td> </tr> <tr> <td>- стандартное электрическое напряжение</td> <td>В</td> <td>400</td> </tr> <tr> <td>- стандартная электрическая частота</td> <td>Гц</td> <td>50</td> </tr> </table>  <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>0°</th> <th>45°</th> <th>60°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>А x В</td> <td>320</td> <td>260 x 260</td> <td>130 x 130</td> </tr> <tr> <td>А x В</td> <td>500 x 320</td> <td>370 x 260</td> <td>240 x 130</td> </tr> </tbody> </table>	- вес	кг	850	- габаритные размеры	мм	1200x2150x1600	- главный двигатель	кВ	2.2	- двигатель насоса для подачи смазочно-охлаждающей эмульсии	кВ	0.037	- двигатель гидравлического насоса	кВ	0,37	- скорость ленточной пилы	м/мин	от 16 до 80	- размер ленточной пилы	мм	4120(±5)x34x1.1	- стандартное электрическое напряжение	В	400	- стандартная электрическая частота	Гц	50		0°	45°	60°	А x В	320	260 x 260	130 x 130	А x В	500 x 320	370 x 260	240 x 130
- вес	кг	850																																							
- габаритные размеры	мм	1200x2150x1600																																							
- главный двигатель	кВ	2.2																																							
- двигатель насоса для подачи смазочно-охлаждающей эмульсии	кВ	0.037																																							
- двигатель гидравлического насоса	кВ	0,37																																							
- скорость ленточной пилы	м/мин	от 16 до 80																																							
- размер ленточной пилы	мм	4120(±5)x34x1.1																																							
- стандартное электрическое напряжение	В	400																																							
- стандартная электрическая частота	Гц	50																																							
	0°	45°	60°																																						
А x В	320	260 x 260	130 x 130																																						
А x В	500 x 320	370 x 260	240 x 130																																						
Автоматическая линия с ЧПУ для сверления и резки 1101«DZB» FICER	Сверление и резка профильного металлопроката под разными углами	<p>Размер стенки балки 80-1015 мм Размер боковых полок 42-450 мм Швеллера 80-1015 мм Размер боковых полок 45-300 мм Уголки 60x60x6 мм – 250x250x40 мм Листы 100 - 1000 мм Квадратные трубы 80x80 - 450x450 мм Прямоугольные трубы 80x40 - 1000x450 мм Длина обрабатываемого профиля 2500 - 12000 мм</p>																																							
Автоматическая линия для обработки листа с ЧПУ «ТИРО В-251» FICER	Фигурная плазменно-дуговая и газокислородная резка листового проката, сверление и пробивка отверстий	<p>– Характеристики обрабатываемого листа на входе: Минимальная ширина 500 мм Максимальная ширина 2500 мм Минимальная длина 2500 мм Максимальная длина 6000 мм</p>																																							

		<p>– Характеристика детали на выходе: Минимальная ширина 60-80 мм Максимальная ширина 2500 мм Минимальная длина 200 мм Максимальная длина 2000 мм Возможности пробивки (для листов 400 Н/мм²) Усилие пробивки 1000 кН Макс.усилие прижима съемника 100 кН Макс.диаметр пробивки 28 мм Макс.диаметр при толщине листа 20мм – 38 мм Толщина листа мин. 6 мм Толщина листа макс.(пробивка) 25 мм Толщина листа макс.(плазмен.резка-НТ2000Нs) 25 мм Толщина листа макс. (газовая резка) 100 мм Толщина листа (сверление) 60 мм Максимальная грузоподъемность 5000 кг Линейный вес макс.листа 750 кг/м²</p>	
Станок высокоскоростного сверления с ЧПУ V-600 (VOORTMAN)	Сверление деталей из прокатных профилей и сварных балок.	Диаметр сверления сверлами HSS Диаметр сверления высокоскоростными сверлами Скорость вращения шпинделя Мах. Глубина сверления Высота обрабатываемого профиля Мах. Длина профиля Мах. Вес профиля	8 – 40 мм 13-32 мм 100-2500 об/ мин 60 мм 100-1000 мм 18000мм 8 т
Станок высокоскоростного сверления с ЧПУ V-200 (VOORTMAN)	Сверление листовых деталей	Диаметр сверления сверлами HSS Диаметр сверления высокоскоростными сверлами Скорость вращения шпинделя Мах. Глубина сверления Мах. Размер обрабатываемой детали Мах. Вес детали	8 – 40 мм 13-32 мм 100-2500 об/ мин 60 мм 1000-1400 мм 0,8 т
Сверлильный станок с ЧПУ FSD 1020	Сверление листовых деталей.	Мах. Диаметр сверления	50 мм

	Оборудован системой прижимов, позволяющих выполнять сверление деталей пакетом.	Скорость вращения шпинделя Мах. Глубина сверления Мах. Размер обрабатываемой детали	50-500 об/ мин 100 мм 1000-1800 мм
Газорезательные установки «АСW-2500 (2 шт), АСW-3500D, АСW-4000D» (APOLDA)	Прямолинейная, фигурная плазменно-дуговая и газокислородная резка листового металлопроката.	Количество резаков: – АСW-2500 - 2 газовых резака – АСW-3500D - 6 газовых резаков +2 сверлильных блока – АСW-4000D - 7 газовых резаков +1 плазменный резак Максимальные размеры обрабатываемого листа: – АСW-2500 - 2500x8000мм – АСW-3500D - 2500x12000мм – АСW-4000D - 3500x16000мм	
Листовые гильотинные ножницы с механическим приводом SСТР 25/3150 «ЭР-ФУРТ»	Резка листового металлопроката	Максимальная толщина разрезаемого листового материала – 25 мм Максимальная ширина полосы, отрезаемой до упора – 1000 мм Длина резания – 3150 мм Расстояние между стойками – 3250 мм Расстояние от стойки неподвижного ножа до станины (вылет) – 630мм Диапазон регулировки упора длины – до 1000 мм Число непрерывных ходов – 25 в мин Допустимое число ходов при резке – 6 в мин Регулируемое усилие прижима – до 40 тн Мощность главного эл. двигателя – 40 квт	
Листоправильные вальцы для правки фасонков	Правка листовых деталей	Количество правильных валков – 5 Максимальный подъем верхнего валка – 50мм Скорость вращения валков – 10,8м/мин Макс.ширина выправляемой детали – 600мм Макс.длина выправляемой детали – 2000мм Макс.толщина детали из углеродистой стали – 30мм Макс.толщина детали из низколегированной стали – 20мм	
Трехвалковая листогибочная машина «БИГВУД»	Гибка и правка листового металлопроката	Диаметр верхнего валка – 495мм Диаметр нижних валков – 406мм	

		<p>Расстояние между осями нижних валков – 635мм</p> <p>Число оборотов валков:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Прямой ход – 3,0 об/мин – Обратный ход – 2,0 об/мин <p>Скорость подачи листа:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Прямой ход – 3,8м/мин – Обратный ход – 2,9м/мин <p>Минимальный диаметр загибаемого листа – 737мм</p> <p>Наименьший диаметр вальцованных листов – 600мм</p> <p>Максимальные размеры при гибке:</p> <p>Ширина – 3500мм</p> <p>Толщина – 25мм</p> <p>Максимальные размеры при правке:</p> <p>Ширина – 1000мм</p> <p>Толщина – 40мм</p>
Кромкогибочный пресс «ПЕЛЬС» РА-250	Гибка листового металлопроката	<p>Максимальное рабочее усилие – 250 т</p> <p>Ход – 100мм</p> <p>Рабочая длина – 6000мм</p> <p>Листы из углеродистой стали:</p> <p>Длина гибки – 6000 мм с толщиной 8мм (макс.толщина 20 мм при длине гибки 300-400мм)</p> <p>Листы из низколегированной стали:</p> <p>Длина гибки – 6000мм с толщиной - 6мм (макс.толщина 16 мм при длине гибки 300-400мм)</p>
Сортогибочная машина «XZP – 120/15	Вальцовка профильного металлопроката в горизонтальной плоскости между тремя роликами	<p>Виды обрабатываемых профилей:</p>

		 <table border="1" data-bbox="1792 231 2049 726"> <thead> <tr> <th>№ п/п</th> <th>ВИД ПРОФИЛЯ</th> <th>РАЗМЕРЫ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>МАХ. 125×125×14 1250</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>МАХ. 100×100×12 2000</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td></td> <td>МИН. 63×63×5 950</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>МИН. 63×63×5 1250</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td>МАХ. 220×98×8,6 1800</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td></td> <td>МАХ. 80×42×3,9 4000</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td></td> <td>МАХ. 220×90×9 1400</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td></td> <td>МАХ. 160×70×8 1600</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td></td> <td>МАХ. 100×30/120×0 1250</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td></td> <td>МАХ. 300×30 950</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td></td> <td>МАХ. 70×70 1250</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td></td> <td>МАХ. 120 1250</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td></td> <td>МАХ. 120 1200</td> </tr> <tr> <td>13</td> <td></td> <td>МАХ. 120 1200</td> </tr> <tr> <td>14</td> <td></td> <td>МАХ. 120 1800</td> </tr> </tbody> </table>	№ п/п	ВИД ПРОФИЛЯ	РАЗМЕРЫ	1		МАХ. 125×125×14 1250	2		МАХ. 100×100×12 2000	1		МИН. 63×63×5 950	2		МИН. 63×63×5 1250	3		МАХ. 220×98×8,6 1800	4		МАХ. 80×42×3,9 4000	5		МАХ. 220×90×9 1400	6		МАХ. 160×70×8 1600	10		МАХ. 100×30/120×0 1250	11		МАХ. 300×30 950	8		МАХ. 70×70 1250	7		МАХ. 120 1250	12		МАХ. 120 1200	13		МАХ. 120 1200	14		МАХ. 120 1800
№ п/п	ВИД ПРОФИЛЯ	РАЗМЕРЫ																																																
1		МАХ. 125×125×14 1250																																																
2		МАХ. 100×100×12 2000																																																
1		МИН. 63×63×5 950																																																
2		МИН. 63×63×5 1250																																																
3		МАХ. 220×98×8,6 1800																																																
4		МАХ. 80×42×3,9 4000																																																
5		МАХ. 220×90×9 1400																																																
6		МАХ. 160×70×8 1600																																																
10		МАХ. 100×30/120×0 1250																																																
11		МАХ. 300×30 950																																																
8		МАХ. 70×70 1250																																																
7		МАХ. 120 1250																																																
12		МАХ. 120 1200																																																
13		МАХ. 120 1200																																																
14		МАХ. 120 1800																																																
<p>Специальный кромко-строгальный станок «МС-702»</p>	<p>Строжка торцов листового металлопроката в продольном направлении</p>	<p>Количество суппортов – 2 Скорость резания – 8-40 м/мин Наибольший угол поворота резца – 45° Наибольшие размеры обрабатываемых листов: Длина – 14000мм Ширина – 3000мм Толщина – 200мм Наименьшие размеры обрабатываемых листов: Длина – 1500мм Ширина – 400мм</p>																																																
<p>Торцефрезерные станки ТФС-1, ТФС-2, ТФС-4</p>	<p>Фрезерование листового и профильного металлопроката</p>	<p>Диаметр фрезы – 250мм Число оборотов шпинделя – 259об/мин 322об/мин 415об/мин Скорость резания – 163м/мин 202м/мин 260м/мин Глубина резания: При вертикальной подаче – 4 мм При горизонтальной подаче – 6 мм Скорость подачи – 205 мм/мин</p>																																																

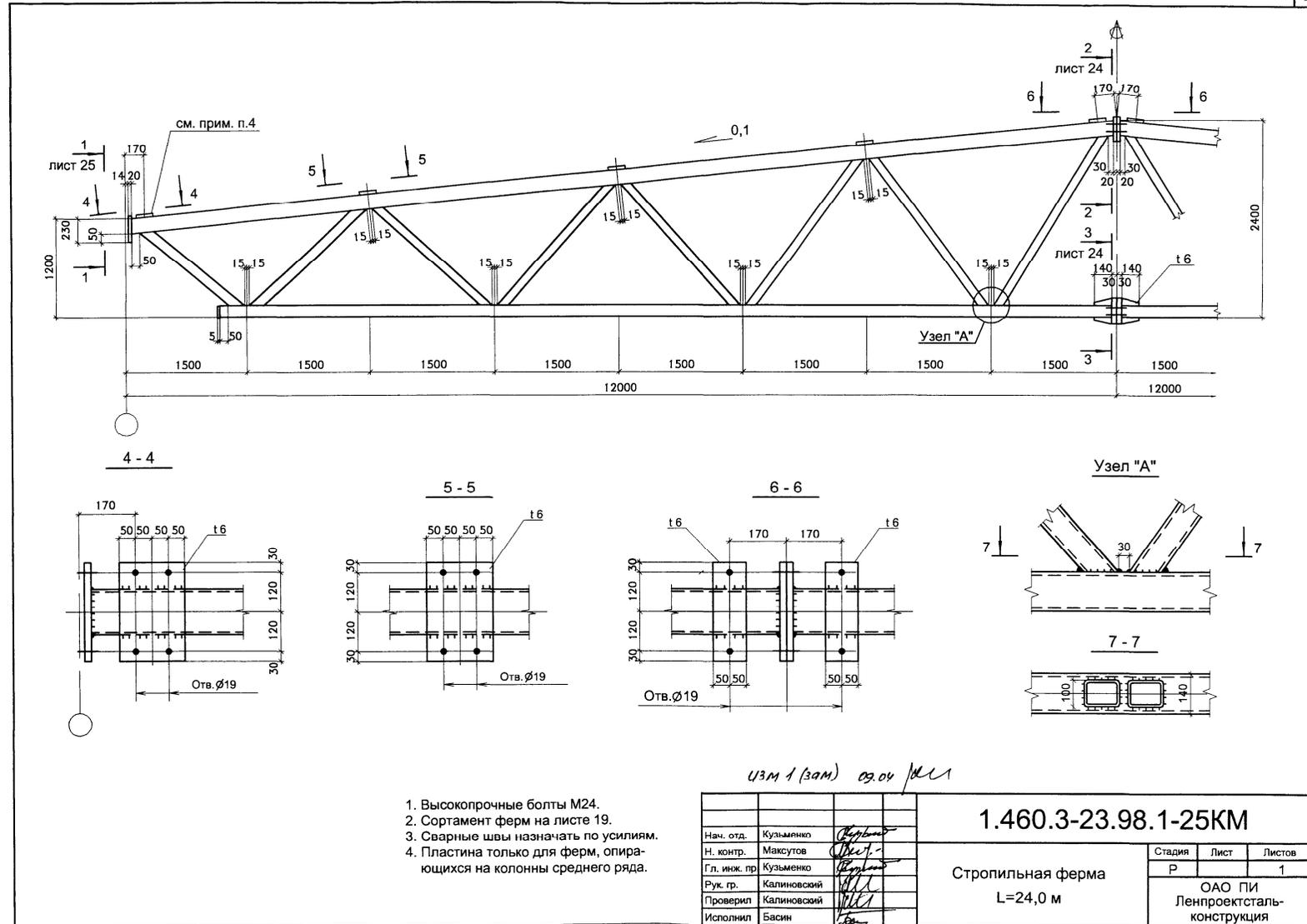
		<p>Длина горизонтального перемещения фрезы – 3600 мм Высота подъема фрезы над столом – 40-1240 мм Обрабатываемая площадь – 1400x3600 мм</p>
<p>Специальный торцефрезерный станок ИР-198</p>	<p>Фрезерование плоскостей и торцов деталей. Оборудован специальным пневматическим зажимным приспособлением для фрезерования деталей по плоскости.</p>	<p>Диаметр фрезы – 250мм Обрабатываемая площадь – 1400x3600мм (без использования приспособления) Обрабатываемая площадь – 1400x1600мм (с использования приспособления для фрезеровки плоскостей деталей)</p>
<p>Консольно фрезерный станок «FSS-355»</p>	<p>Фрезерование плоскостей и торцов деталей</p>	<p>Наибольший диаметр резцовой головки – 250 мм Диаметр фрезерной оправки – 40 мм Размер стола – 355x1250 мм Длина продольного фрезерования – 850 мм Длина поперечного фрезерования – 250 мм Поворот фрезерной головки на каждую сторону – 45° Число скоростей рабочего шпинделя -18</p>
<p>Радиально-сверлильный станок 2М57</p>		<p>Наибольший диаметр сверления – 75 мм Вылет шпинделя от образующей колонны: Максимальный – 2000 мм Минимальный – 500 мм Расстояние от торца шпинделя до плиты: Максимальное – 2000 мм Минимальное – 400 мм Количество ступеней скорости шпинделя – 22 Пределы скоростей шпинделя – 12,5-1600 об/мин Количество ступеней механических подач шпинделя – 18 Пределы подач шпинделя – 0,063-3,15 об/мм Мощность на шпинделе – 7,5 квт Наибольший крутящий момент на шпинделе – 14000 кгс/см Наибольшее усилие подачи – 3200 кгс</p>
<p>Радиально-сверлильный станок 2А554</p>		<p>Наибольший диаметр сверления – 50 мм Расстояние от оси шпинделя до образующей колонны: Максимальное – 1600 мм</p>

		<p> Минимальное – 375 мм Диаметр гильзы шпинделя – $90 \pm 0,02$ мм Конусное отверстие шпинделя – Морзе 5 Расстояние от торца шпинделя до плиты: Максимальное – 1600 мм Минимальное – 450 мм Ход шпинделя максимальный – 400 мм Наибольшее перемещение сверлильной головки по рукаву – 1225 мм Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне – 750 мм Наибольший угол поворота вокруг оси колонны – 360° Скорость вертикального перемещения рукава – 1,4 м/мин Пределы подач шпинделя – 0,045-5,0 об/мм Количество ступеней механических подач шпинделя – 24 Наибольшее усилие подачи – 20000 Н </p>
--	--	--

МАШИНЫ ДЛЯ ГАЗОВОЙ И ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОЙ СТАЛИ И ТРУБ

Таблица П4.1

Марка машины	Тип управл.	Кол-во резаков	Скорость резки мм/мин	Толщина разрезаемого металла	Диаметр вырезаемых кругов, мм	Назначение
CG1-30	ЧПУ	1	50-750	6-100	200-2000	Прямолинейная резка, вырезание кругов, нарезание фаски
CG1-100	ЧПУ	2	50-750	6-100	200-2000	Прямолинейная резка, вырезание кругов
GCD3-100	ЧПУ	3	50-750	6-50	1000	Прямолинейная резка
GCD4-100	ЧПУ	4	50-750	6-50	1000	Прямолинейный раскрой листового металла на полосы
GCD5-100	ЧПУ	5	50-750	6-50	1000	
ACW-2500	ЧПУ	2	780-110	3-300	-	Прямоугольная, фигурная газокислородная резка листового металлопроката
ACW-3500D	ЧПУ	6	780-110	3-300	-	
ACW-4000D	ЧПУ	7+1	3000-900	2-20	-	Прямоугольная, фигурная газокислородная и плазменно-дуговая резка листового металлопроката



1. Высокопрочные болты М24.
2. Сортамент ферм на листе 19.
3. Сварные швы назначать по усилиям.
4. Пластина только для ферм, опирающихся на колонны среднего ряда.

УЗМ 1 (30М) 02.04/МЛ

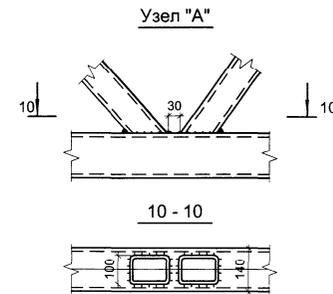
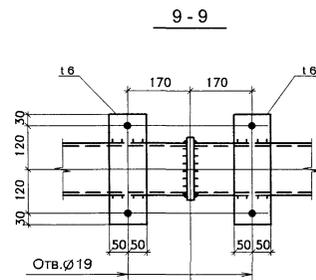
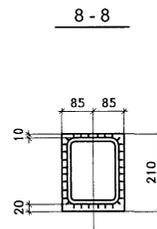
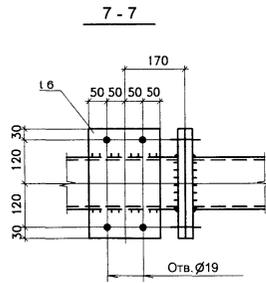
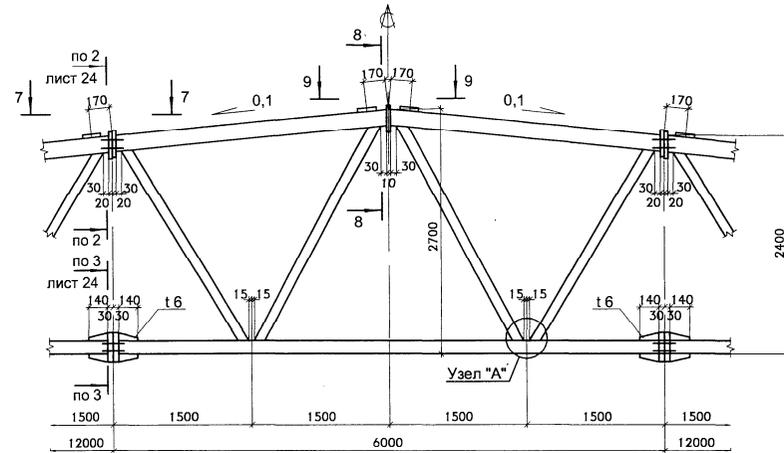
Нач. отд.	Кузьменко	<i>[Signature]</i>
Н. контр.	Максутов	<i>[Signature]</i>
Гл. инж. пр.	Кузьменко	<i>[Signature]</i>
Рук. гр.	Калиновский	<i>[Signature]</i>
Проверил	Калиновский	<i>[Signature]</i>
Исполнил	Басин	<i>[Signature]</i>

1.460.3-23.98.1-25KM

Стропильная ферма
L=24,0 м

Стадия	Лист	Листов
Р		1

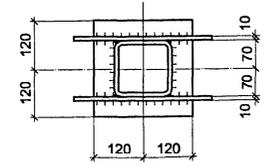
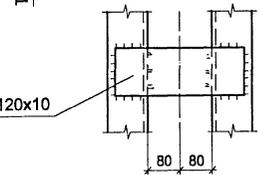
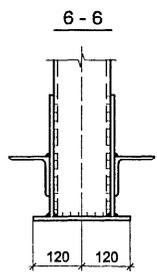
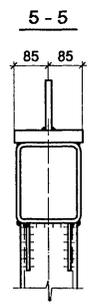
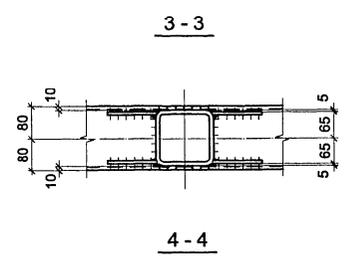
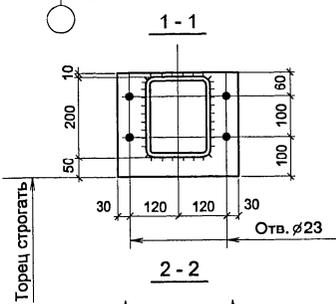
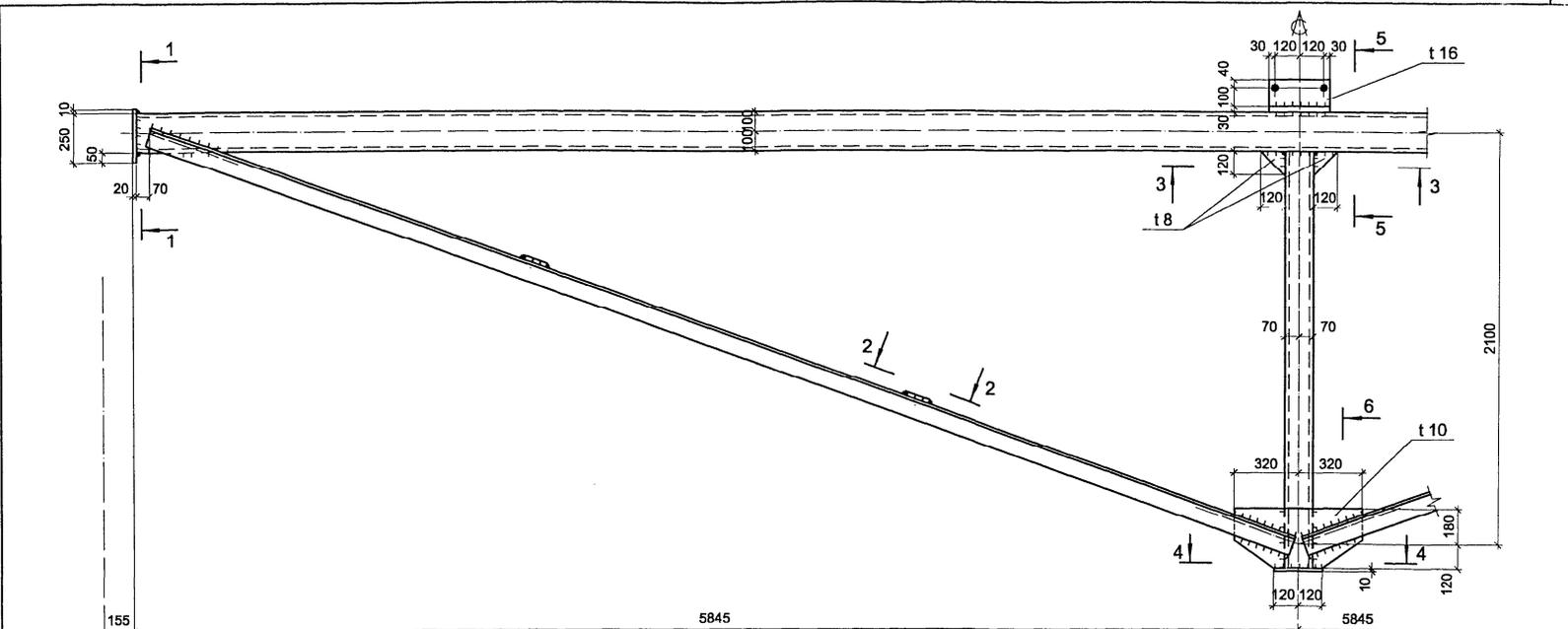
ОАО ПИ
Ленпроектсталь-
конструкция



1. Высокопрочные болты М24.
2. Сортамент ферм на листе 20.
3. Сварные швы назначать по усилиям.

УЗМ.1 (3ам) 03.04 KL

		1.460.3-23.98.1-26KM			
Нач. отд.	Кузьменко	Средняя часть фермы L=30,0 м	Стадия	Лист	Листов
Н. контр.	Макутов		Р		1
Гл. инж. пр.	Кузьменко		ОАО ПИ Ленпроектсталь- конструкция		
Рук. гр.	Калиновский				
Проверил	Калиновский				
Исполнил	Басин				

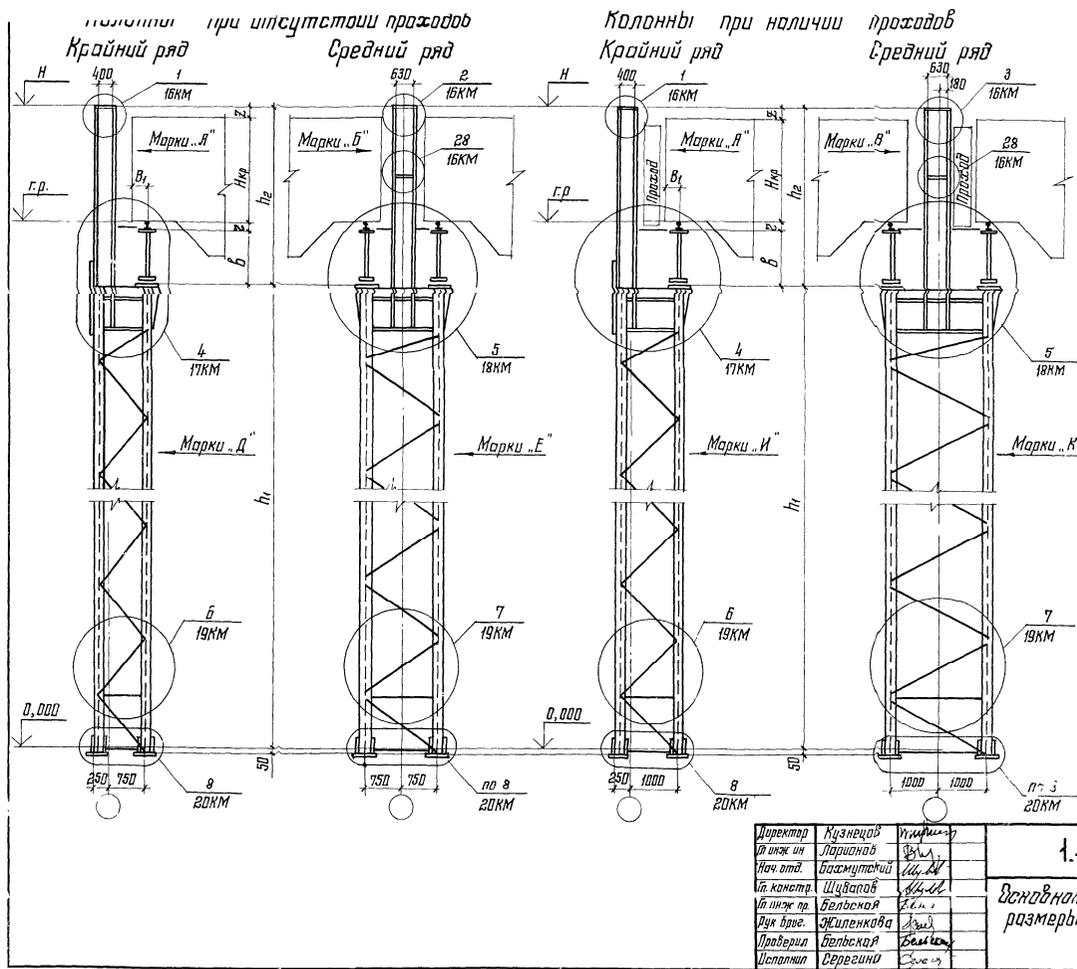


- 1. Сортамент ферм на листе 21.
- 2. Сварные швы назначать по усилиям.

1.460.3-23.98.1-27KM

Нач. отд.	Кузьменко	<i>[Signature]</i>
Н. контр.	Макутов	<i>[Signature]</i>
Гл. инж. пр.	Кузьменко	<i>[Signature]</i>
Рук. гр.	Калиновский	<i>[Signature]</i>
Проверил	Калиновский	<i>[Signature]</i>
Исполнил	Басин	<i>[Signature]</i>

Подстропильная ферма			Стадия	Лист	Листов
			Р		1
			ОАО ПИ Ленпроектсталь- конструкция		



Справочные данные
Таблица 1

Шаг колонн 6м

Эксплуатационная нагрузка (т) и режим работы	Hкр	мм		
		z	б	в ₁
10 л. с. т.	1900	140	700	210
16/16/3, 2л. с. т.	2300	140	700	260
20/15л. с. т.	2400	140	900	260
32/5л. с.	2750	140	900	300
32/5 т.	2750	140	1050	300
50/12, 5л. с. т.*	3300	130	1050	300

Таблица 2

Шаг колонн 12м

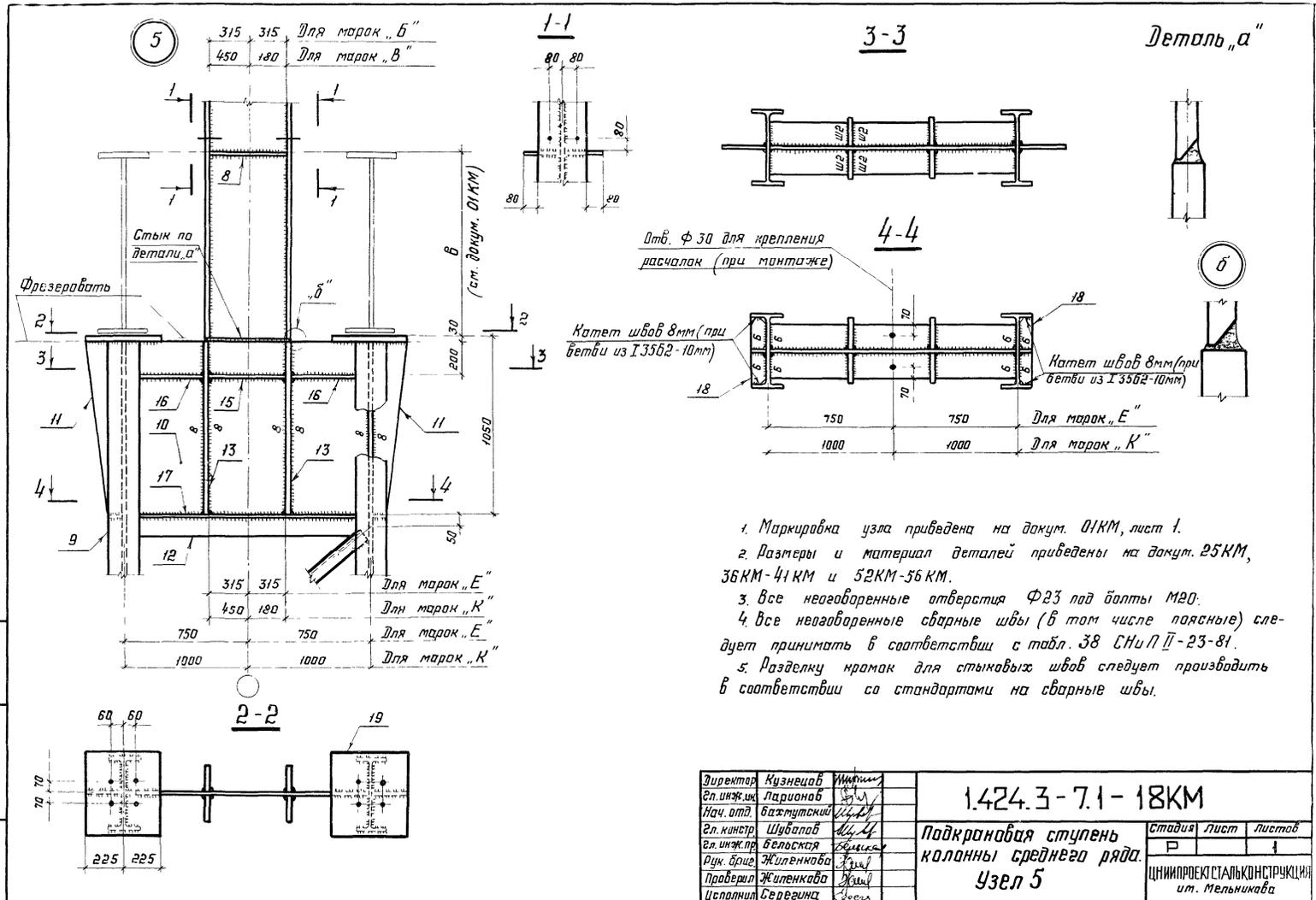
Эксплуатационная нагрузка (т) и режим работы	Hкр	мм		
		z	б	в ₁
10 л. с. т.	1900	140	1100	210
16/16/3, 2л. с. т.	2300	140	1100	260
20/15л. с. т.	2400	140	1300	260
32/5л. с.	2750	140	1300	300
32/5 т.	2750	140	1450	300
50/12, 5л. с. т.*	3300	130	1450	300

* Крыши с висячей конструкцией на ст. 20/12 т.

Директор	Кузнецов	И.И.	1.424.3-7.1-01КМ	Италия	Лист	Листов
Инж. ин.	Ларин	В.А.				
Инж. отв.	Васильев	И.И.				
Инж. контр.	Щапов	А.А.	Основные габаритные размеры колонн	ЦНИПРОЕКТАЛЬКОНСТРУКЦИЯ	им. Мельникова	2
Инж. пр.	Бельская	В.И.				
Инж. впр.	Жуленкова	Л.И.				
Прораб	Бельская	В.И.				
Исполн.	Дерегина	С.И.				

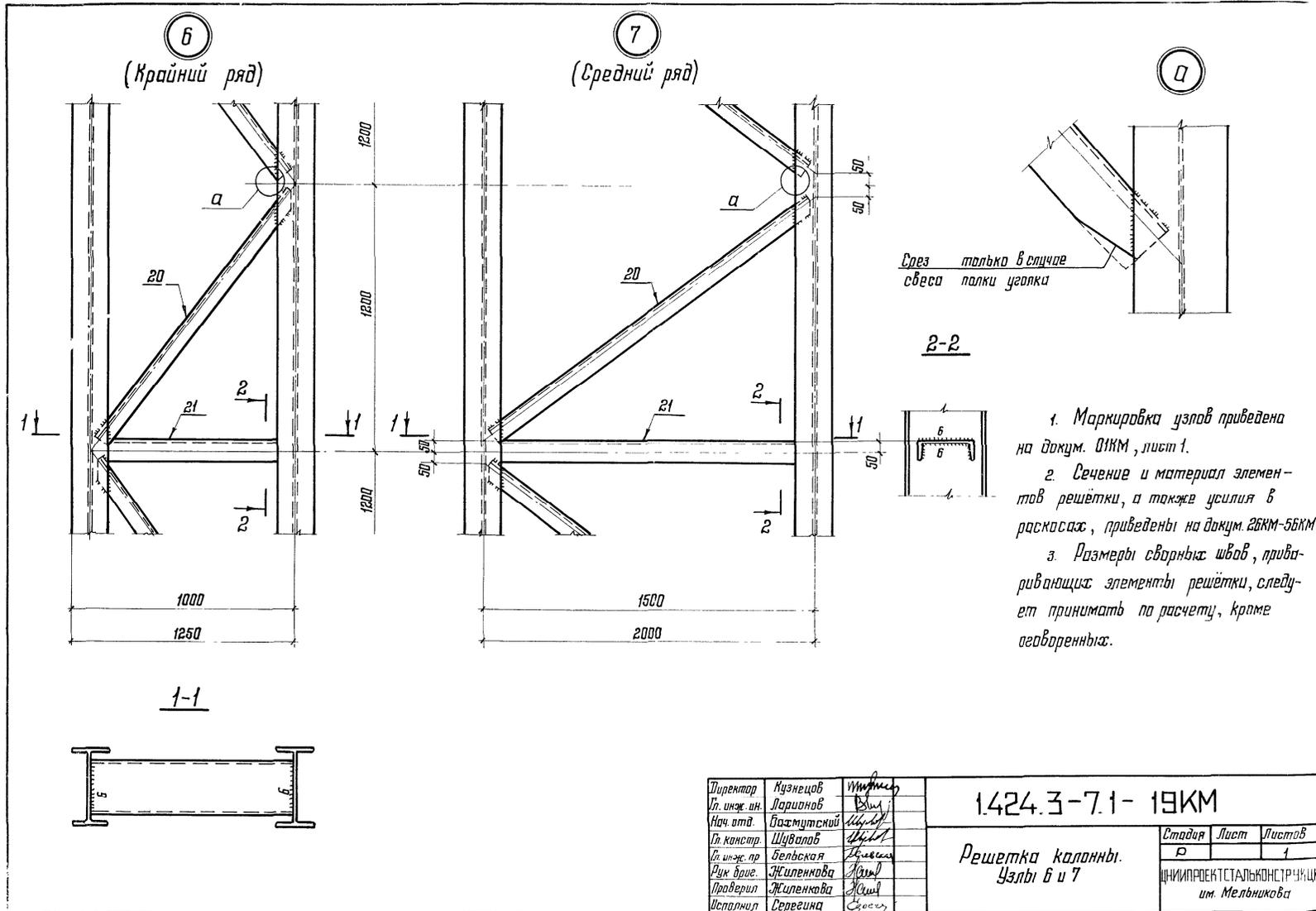
Стр. 1 из 1

Ч. 5, № 1487. Подпись и дата. Взам инв. №:



1. Маркировка узла приведена на докум. 01КМ, лист 1.
2. Размеры и материал деталей приведены на докум. 25КМ, 36КМ-41КМ и 52КМ-56КМ.
3. Все неогороженные отверстия $\Phi 23$ под болты М20.
4. Все неогороженные сварные швы (в том числе паяные) следует принимать в соответствии с табл. 38 СНиП II-23-81.
5. Разделку краев для стыковых швов следует производить в соответствии со стандартами на сварные швы.

Директор	Кузнецов	Иванов	1.424.3-7.1-18КМ Подкрановая ступень колонны среднего ряда. Узел 5	Стадия	Лист	Листов
Эл. инж. ин.	Паричаев	Сидоров		Р	1	
Нач. отд.	Блазутский	Иванов		ЦНИИПРОЕКТСТАЛЬКОНСТРУКЦИИ ит. Мельникова		
Эл. констр.	Шубалов	Иванов				
Эл. инж. пр.	Бельская	Бельская				
Рук. бр-д	Жиленкова	Жиленкова				
Проверил	Жиленкова	Жиленкова				
Исполнил	Сергейца	Сергейца				

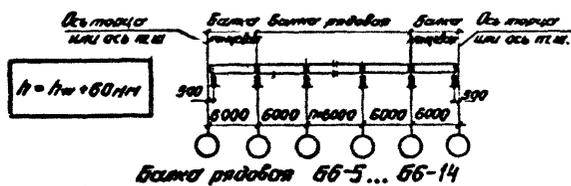


Директор	Кузнецов	И.И.И.
Инж. ин.	Ларионов	В.В.В.
Нач. отд.	Важмутский	И.И.И.
Инж. констр.	Щувапов	И.И.И.
Инж. пр.	Бельская	И.И.И.
Руч. бриг.	Жиленкова	И.И.И.
Проверил	Жиленкова	И.И.И.
Исполнил	Серегина	С.С.С.

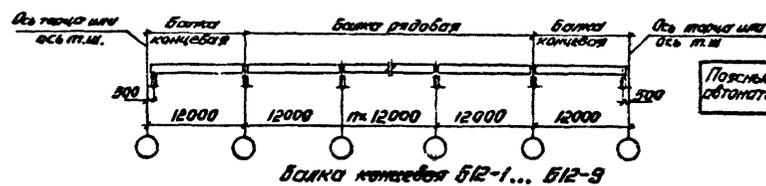
1.424.3-7.1- 19КМ

Решетка колонны.
Узлы б и 7

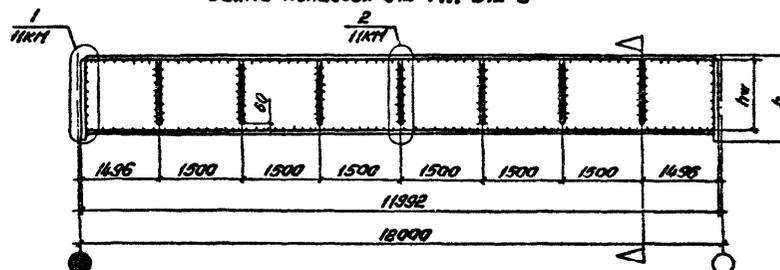
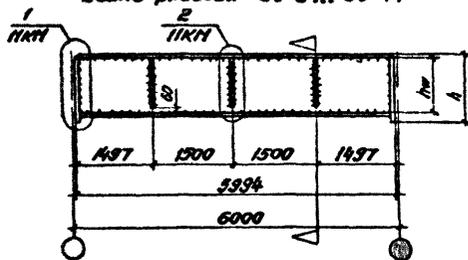
Стация	Лист	Листов
Р		1
ЦНИИПРОЕКТАЛЬНИКОНСТРУКЦИИ им. Мельникова		



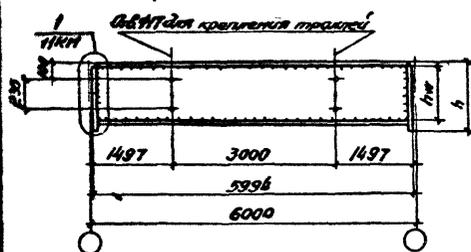
Балка рядовая Б6-5... Б6-14



Балка концевая Б12-1... Б12-9

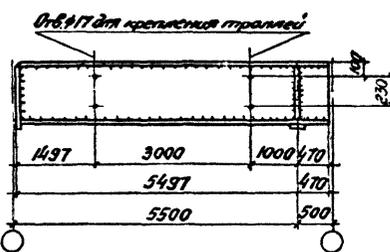


Балка рядовая Б6-1... Б6-4



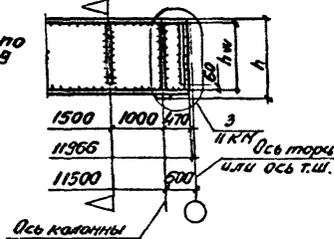
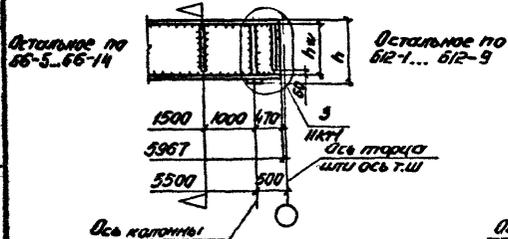
Балка концевая Б6К-5... Б6К-14

Балка концевая Б12К-1... Б12К-9



Балка концевая Б12К-1... Б12К-9

1. Марки стали указаны в разделе 5 пояснительной записки.
2. Указания по изготовлению подкрановых балок приведены в разделе 6 пояснительной записки.
3. Сортоменты подкрановых балок приведены на докум. ОТКМ, ОБКМ.
4. Расположение отверстий в верхних поясах подкрановых балок для крепления крановых рельсов приведены на докум. 39КМ.
5. Установка в балках односторонних или двусторонних ребер жесткости определяется по табл. 1 пояснительной записки.



Зав. отд.	Белая	ШпН
Н. контр.	Ладзь	ШпН
Гл. констр.	Шувалов	ШпН
Гл. мех. пр.	Сорокина	ШпН
Зав. груп.	Ладзь	ШпН
Проверил	Ладзь	ШпН
Исполнил	Ключков	ШпН

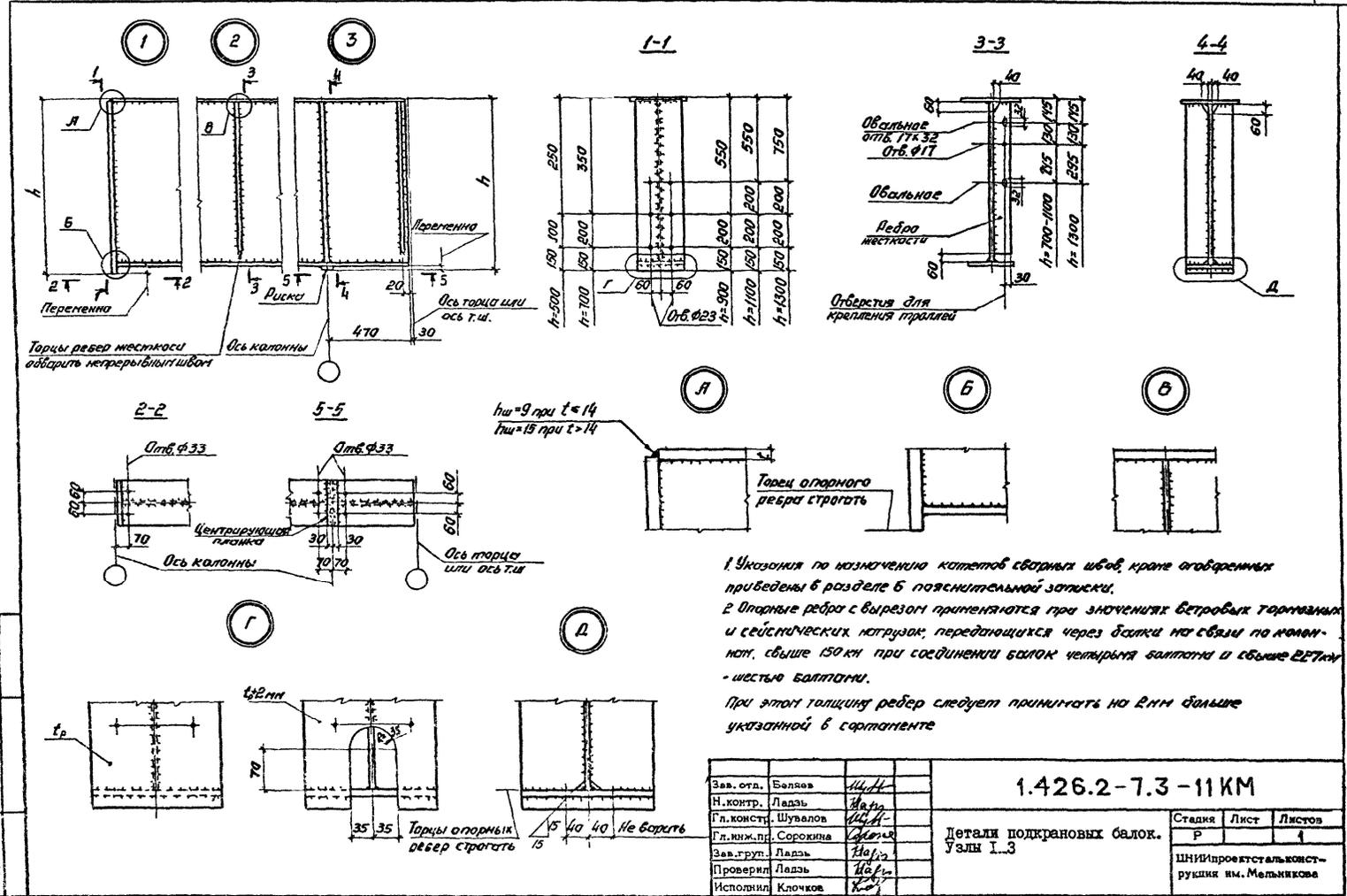
1.426.2-7.3-10 КМ

Общий вид подкрановых балок

Статья	Лист	Листов
Р		1
ЦНИИпроектстальконструкция им. Мельникова		

Формат А3

Имя, № позн., Подпись, в дата, Взам. инв. №



Изм. №, посыл, Пополн и дата

Взам. инв. №

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СП 53-101-98 Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций: дата введ. 01.01.99/Госстрой России, 1999.-30 с.
2. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции: актуализир. ред. СНиП II-23-81*: утв. 27.12.10: введ в д. 20.05.2011 / Минрегион России. – Изд. офиц., актуализир. ред. – Москва: ЦПП, 2011. – 172 с.: ил.
3. Абаринов А.А. Петров В.П. Технология изготовления металлических конструкций. М. Высшая школа .1969. – 304 с.
4. Воронов Е.Л., Колесниченко Л.Ф. Оборудование заводов металлических конструкций. М., Машиностроение ,1981. – 320 с.
5. Изготовление стальных конструкций: Справочник монтажника. – М:Стройиздат, 1978. – 336с.
6. Мамлин Г.А. Изготовление конструкций стальных мостов. – Москва: «Транспорт», 1976. – 357 с.
7. Металлические конструкции: учеб. для студентов высш. учеб. заведений/ Ю.И. Кудишин [и др.]. – Москва: Академия, 2007. – 688 с.
8. Мещеряков В.М. Технология конструкционных материалов и сварка: Учебное пособие. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2008. – 316 с.
9. Пестряков В.П. Проектирование изготовления строительных металлических конструкций. Методические указания к курсовому и дипломному проектированию по дисциплине «Технология изготовления металлических конструкций».
Выпуск 1. Технология изготовления деталей и отправочных элементов стальных конструкций. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1987, - 45 с.
Выпуск 2. Экономика изготовления металлических конструкций. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1987, - 45 с.
Выпуск 3. Проектирование универсальных заводов по изготовлению стальных конструкций. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1987, - 43 с.
10. Пешковский О.И. Технология изготовления металлических конструкций. Изд. 2-е, -М., Стройиздат ,1990. – 351 с.
11. Сварка и резка в промышленном строительстве. Малышев Б.Д., Акулов А.И., Алексеев Е.К. и др. Изд. 2-е, - М., Стройиздат ,1980. – 350 с.
12. Терентьев Г.П. Методы контроля качества металлических конструкций. Практические занятия по дисциплине «Технология изготовления металлических конструкций».
Часть 1. Контроль качества металлических конструкций ультразвуковым дефектоскопом. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – 16 с.

Часть 2. Рентгеновский метод контроля сварных соединений. – Н.Новгород: ННГАСУ, 2012. – 12 с.

13. Терентьев Г.П. Разметка и наметка. Лабораторная работа. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1981, - 12 с.
14. Терентьев Г.П. Механическая резка деталей металлических конструкций. Лабораторная работа. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1983, - 12 с.
15. Терентьев Г.П. Гибка и вальцовка деталей металлических конструкций. Лабораторная работа. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1983, - 12 с.
16. Терентьев Г.П. Образование отверстий в элементах металлических конструкций. Лабораторная работа. – Горький: ГИСИ им.В.П.Чкалова, 1981, - 11 с.

Терентьев Геннадий Петрович,
Пестряков Владимир Петрович

Технология изготовления
металлических конструкций

Учебное пособие

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.
<http://www.nngasu.ru>, srec@nngasu.ru