

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА
Тема работы

Проектирование консольной крановой установки

УДК 621.873.132

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Мельников Владислав Евгеньевич		05.06.20

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко С.Е.	к.т.н., доцент		05.06.20

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Владимировна	к.т.н. доцент.		05.06.20

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		05.06.20

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н. доцент		

Запланированные результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник способен)
Общие по направлению подготовки(специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства

P7	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать 3 самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектноконструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
<i>Универсальные компетенции</i>	
P9	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.

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

Школа: Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

 (Подпись) (Дата) Ефременков Е.А.
 (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:
 Бакалаврской работы
 (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Мельников Владислав Евгеньевич

Тема работы:

Проектирование консольной крановой установки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 №59-67/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.20
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>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, энерго затратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> – Место использования: планировка цеха – Режим работы: Регулярное использование в легких условиях
--	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (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).</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Литературный обзор элементов грузоподъемной техники; – Сравнительный анализ проектов на рынке; – Создание 3D модели изделия; – Составление технического процесса изготовления детали; – Подбор режимов резания; – Подбор оборудования; – разработка раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; – разработка раздела социальной ответственности; – заключение по работе;
--	---

<p>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</p>	<p>– презентация на 21 слайд</p>
--	----------------------------------

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический	Буханченко С.Е.
Конструкторский	Буханченко С.Е.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Владимировна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Буханченко С.Е.	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Мельников Владислав Евгеньевич		16.12.2019

Оглавление

Введение	1
1. Информационно-аналитический обзор.....	2
1.1 Общий обзор конструкции кранов.....	2
1.2 Обзор конструкции консольных кранов	3
1.3 Типы канатов и их закрепления	5
1.4 Типы и конструкции грузозахватных приспособлений	8
1.4.1 Разновидность оборудования для захвата	11
1.5 Механизмы подъема груза	13
1.6 Гидроабразивная резка	14
1.7 Склады для хранения материала	16
2. РАСЧЕТНО – КОНСТРУКТОРКАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Расчет основных элементов	18
2.1.1 Разработка схемы полиспаста и выбор кинематической схемы механизма	18
2.1.2 Выбор крюковой подвески	19
2.1.3 Выбор каната	19
2.1.4 Определение основных параметров барабана.....	21
2.1.5 Расчёт крепления каната на барабане	24
2.1.6 Определение реакций опор в подшипниковых узлах барабана	25
2.1.7 Выбор электродвигателя	28
2.1.8 Выбор редуктора	29
2.1.9 Выбор тормоза.....	31
2.1.10 Выбор муфт	32
2.1.11 Выбор подшипников	33
2.2 МЕХАНИЗМ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТЕЛЕЖКИ	34
2.2.1 Выбор кинематической схемы.....	34
2.2.2 Выбор колёс и колёсных установок.....	35

2.2.3 Выбор подтележечного рельса	36
2.2.4 Соппротивление перемещению тележки.....	36
2.2.5 Выбор двигателя	37
2.2.6 Выбор редуктора	37
2.2.7 Выбор тормоза.....	39
2.3 Анализ готового изделия.....	41
2.3.1 Особенности планировки цеха	41
2.3.2 Достоинства конструкции.....	42
2.3.3 3D модель разработки	43
Вывод по разделу	44
3.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	45
Введение	45
3.1 Техническое задание.....	45
3.1 Выбор заготовки и материала шкива тормозного	46
3.2 Технические требования	46
3.3 Маршрут обработки	47
3.4 Расчет припусков на обработку тормозного шкива.....	48
3.5 Расчет режимов резания.....	54
3.6 Расчет технической нормы времени	77
Вывод по разделу	93
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффektivность и ресурсосбережение.....	95
Введение	95
4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффektivности и ресурсосбережения	96
4.1.1 Анализ конкурентных технических решений	96
4.1.2 SWOT – анализ	97
4.2 Планирование научно – исследовательских работ	98
4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования.....	98

4.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ	99
4.2.3	Разработка графика проведения научного исследования	100
4.2.4	Бюджет научно-технического исследования	102
4.2.5	Расчет материальных затрат НТИ	102
4.2.6	Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ	104
4.2.7	Основная заработная плата исполнителей	104
4.2.8	Дополнительная заработная плата исполнителей темы	106
4.2.9	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	107
4.2.10	Накладные расходы	107
4.3	Определение ресурсоэффективности исследования	108
	Вывод	110
5.	Социальная ответственность	112
	Введение	113
5.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	114
5.1.1	Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства	114
5.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	115
5.2.	Производственная безопасность	116
5.2.1	Превышение уровня шума	118
5.2.2	Неправильная освещенность рабочей зоны	118
5.2.3	Электрический ток	119
5.2.4	Отклонение показателей микроклимата от нормы	120
5.3	Экологическая безопасность	121
5.3.1	Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	121
4.4	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	123
5.4.1	Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	123

5.4.2 Анализ вероятных ЧС. которые могут возникнуть при исследовании объекта.....	125
5.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.....	125
Вывод.....	126
Список литературы	128

Введение

Подъемно-транспортные машины являются важнейшим оборудованием для механизации работ во всех отраслях народного хозяйства - в промышленности, строительстве, на транспорте, в сельскохозяйственном производстве; применяются для перемещения людей на коротких трассах в вертикальном, горизонтальном и наклонном направлениях. Но на производстве с каждым днем появляются задачи, с которыми иногда нельзя справиться при помощи старых видов транспортировки и обработки. Актуальностью же данной темы является увеличение производительности производства, что является одним из главных параметров на производстве. Тем самым была задача спроектировать устройство, которое будет помогать человеку устанавливать листовый материал различных видов, а также обезопасить сотрудника от производственных травм.

1. Информационно-аналитический обзор

1.1 Общий обзор конструкции кранов

Грузоподъемными машинами обеспечивается механизация всех подъемно-монтажных и значительная часть перегрузочных операций на строительной площадке. Ими также обслуживаются производственные процессы в ремонтных и других цехах.

По конструкции и виду выполняемых работ грузоподъемные машины разделяют на домкраты, лебедки, подъемники и краны.

Домкраты выполняют в виде толкателей - винтовых, реечных или поршневых гидравлических, поднимающих грузы на небольшую высоту, обычно в пределах до 0,6 м, их используют при монтажных работах.

Лебедки выполняют в виде приводного барабана с тяговым органом - стальным канатом. Они служат для прямолинейного перемещения грузов и используются как самостоятельные машины и как составные части механизмов более сложных машин.

Подъемники применяют для вертикального подъема грузов (грузовые) или людей (пассажирские), размещенных в кабинах или на площадках. Подъемники, которые вместе с грузами могут перемещать и людей, называют грузопассажирскими. Различают такие типы подъемников как: шахтные, мачтовые, ковшовые, выжимные и рычажные.

Краны - универсальные грузоподъемные машины, состоящие из остова в виде металлической конструкции и нескольких установленных на нем механизмов, называемых крановыми. Но в условиях ограниченного размера цеха будет рассмотрена классификация основного вида кранов, которые используются. Общая классификация кранов показана на рисунке 1.1.

Большое применение в промышленности имеют передвижные консольные настенные краны, передвигающиеся по рельсам, укрепленным на стене здания. Для изменения вылета стрелы эти краны, обычно снабжаются тележкой или электроталью, передвигающейся по горизонтальной стреле, а в некоторых конструкциях стрела имеет еще дополнительную возможность поворота относительно вертикальной оси, что облегчает управление краном.



Рисунок 1.1.1 Классификация кранов



Рисунок 1.1.2 Консольный кран с тележкой

1.2 Обзор конструкции консольных кранов

Разные разновидности кранов применяют в разных сферах для обслуживания различных агрегатов, загрузки платформ и автомобилей,

установки, передачи и загрузке деталей на станках и прочие типы работ. По ГОСТу они подразделяются на ручные и электрические. Электрические консольные краны так же подразделяются на настенные, на колонне с верхними или нижними опорами, на колонне свободностоящей, с одним или двумя плечами. Технические характеристики кранов представлены ниже.

Таблица 1.1.1 Характеристики консольных кранов

Тип крана	Q, кН	H, м	L, м
Настенный	5;10;20;32	6	2,5;3,2; 4; 5; 6,3;
На колонне с опорами и свободностоящий	5;10;20;32	2; 2,5; 3,2; 4;	2,5;3,2; 4; 5;
На колонне свободностоящий и двух плечевой	1,25; 2,5;5;	2; 2,5; 3,2	2,5;3,2; 4;

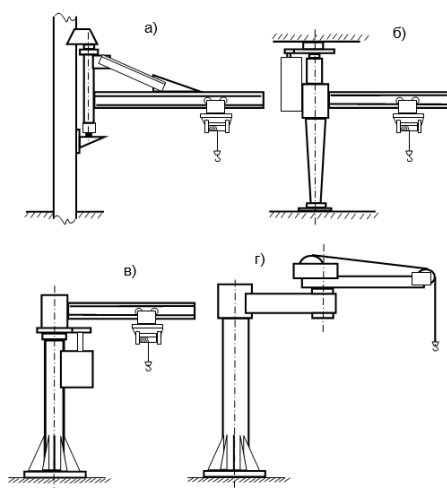


Рисунок 1.2.1 Типы конструкций консольных кранов

Любой из видов конструкции консольного крана, представляет собой систему из следующих основных узлов и деталей: Консоли, колонны, кронштейна опорного, обкатной опоры, фиксатора, тяговой цепи, упоров (в различных типах конструкции их количество может варьироваться от 2-8), крышка, подшипники, демпферы.

1.3 Типы канатов и их крепления

В кранах различных типов в качестве системы основного и вспомогательного подъема используется полиспасть и грейфера, соединенные при помощи стальных проволочных канатов. Канат по своей структуре представляет собой систему стальных проволочек, свитых между собой в пряди. Пряди в свою очередь навиваются вокруг стального сердечника, в основном выполняемого из стали или органического волокна, пропитанного специальным смазочным веществом. Сердечник служит источником смазывания остальных проволочек каната, во время изгиба на барабанах или катушках. По направлениям свивки проволочек и прядей, различают канаты односторонней и крестовой свивки. При односторонней свивке проволочки из пряди в прядь свивают в одном направлении. Такие канаты обладают надлежащими прочностными свойствами и гибкостью, необходимой при раскручивании. При крестовой свивке направление в прядях подобно кресту противоположно, что помогает достичь устойчивости против раскручивания рисунок 1.3.1 [2]. На консольных и стреловых обычно используют канаты крестовой свивки, но в некоторых моментах допускаются одностороннюю свивку.



Рисунок 1.3.1- Стальные канаты

а) шестипрядной односторонней свивки б) шестипрядной крестовой свивки

В зависимости от диаметров проволок различают канаты нормальной структуры, если проволоки имеют один и тот же диаметр и комбинированной, если проволоки имеют разный диаметр. Кроме того, стальные канаты подразделяют на обыкновенные и нераскручивающиеся, которые после удаления концевых перевязок не раскручиваются. Такие канаты особенно эффективны во время использования грузовых полиспастов кранов.

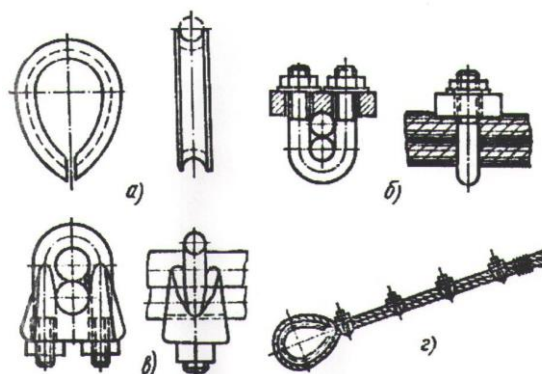
В зависимости от диаметра проволок различают канаты нормальной структуры (пряжи состоят из проволок одного диаметра) и комбинированной структуры (пряжи состоят из проволок различного диаметра). Кроме того, стальные канаты разделяются на обыкновенные и нераскручивающиеся, которые после удаления концевых перевязок не раскручиваются. Нераскручивающиеся канаты особенно эффективны для грузовых полиспастов кранов с большой высотой подъема крюка.

По роду касания проволок в прядях различают три типа канатов: с точечным касанием - ТК; с линейным касанием - ЛК; с точечным и линейным касанием - ТЛК. В кранах рекомендуется применять канаты ЛК и ТЛК. На кранах применяют стальные канаты из шести прядей с числом проволок 19 или 37 марки 1. Для стропов используют канаты с числом проволок 37 и более, а для расчалок 19. Для характеристики стальных канатов, включающей их основные данные, применяют условное обозначение. На первом месте указывают диаметр каната, на втором - назначение каната, на третьем - механическое свойство проволоки, на четвертом — условия работы, на пятом - сочетание направлений свивки элементов каната, на шестом - способ свивки, на последнем месте - маркировочную группу по временному сопротивлению разрыва проволоки. В конце приводят номер ГОСТа, в соответствии с которым изготовлен канат. Так, условное обозначение стального каната диаметром 34,5 мм крестовой свивки, грузового назначения, из светлой проволоки марки 1 для легких условий работы ЛС, нераскручивающегося Н, с маркировочной группой

по временному сопротивлению разрыву 180 кгс/мм^2 : Канат 34.5-Г-1-ЛС-Н-180 ГОСТ 3077-69.

Работоспособность каната в значительной степени зависит от его качества, которое характеризуется чистотой каната и отсутствием петель. На изнашивание каната и надежность работы влияют соответствие диаметра каната диаметру барабана лебедки и блоков, качество навивки на барабан, способ крепления, внешнее состояние. Концы канатов должны быть надежно закреплены на барабанах лебедок, в крюковой блочной обойме, на полиспастной обойме, на металлоконструкциях крана. Нарушение надежного крепления каната может привести к серьезной аварии крана, повреждению поднимаемых деталей и даже к человеческим жертвам.

Существуют следующие способы закрепления канатов: с помощью клина, накладных прижимающих планок, клиновых зажимов, петли на зажимах, петли на заплетке, втулки с заливкой металлом. К барабану канат крепят посредством клина, прижимающего канат к стенкам барабана, или с помощью накладных планок, зажимающих болтами канат на поверхности барабана. Последнее крепление наиболее распространено, так как позволяет достаточно просто его контролировать и регулировать натяжение болтов. При креплении каната учитывают его вытягивание под действием наибольшего усилия во время работы. На частях крана канат закрепляют с помощью петли на конце каната или клиновым зажимом. Петли всегда накладывают на стальной коуш, который предохраняет канат от резкого изгиба. Свободный конец каната петли должен быть надежно закреплен на основной ветви. Чаще всего закрепляют конец каната петлей на сжимах. Применяют обыкновенные или рожковые сжимы, рисунок 1.3.2[4]. Количество сжимов на канате зависит от нагрузки на него и определяется расчетным путем; их должно быть не менее трех.



а) стальной коуш; б) обыкновенный сжим; в) рожковый сжим; г) соединение концов канатной петли сжимами

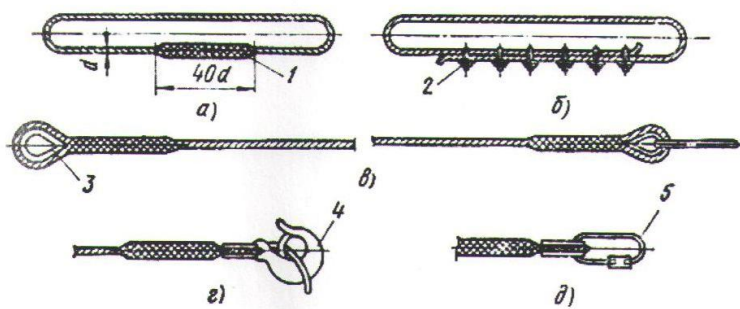
Рисунок 1.3.2- Способы закрепления каната

Производительность стреловых самоходных кранов и безопасность производства работ в большой степени зависят от правильного выбора и рациональной эксплуатации грузозахватных и монтажных съемных приспособлений.

1.4 Типы и конструкции грузозахватных приспособлений

Грузозахватные и монтажные приспособления и устройства разделяются на две группы: съемные, навешиваемые на крюк крана, и съемные, устанавливаемые на монтируемых элементах. В первую группу входят универсальные и специальные стропы, рисунок 1.4.1[4,с.154], универсальные и специальные траверсы, захваты клещевые и подхваты, электромагнитные и вакуумные захваты, грейферы, бады. Ко второй группе относятся кондукторы. Каждый стреловой самоходный кран снабжен комплектом грузозахватных приспособлений и приспособлений для временного закрепления и выверки монтируемых конструкций. Количество и номенклатура этих приспособлений должны соответствовать технологической карте монтажа данного объекта или оборудования. Наиболее распространенными и простыми по конструкции

устройствами для захвата различных грузов и подвеса их на крюке крана являются стропы и траверсы. Стропы и траверсы, предназначенные для подъема различных грузов, деталей и конструкций, называются универсальными. Стропы и траверсы, конструкция которых рассчитана для подъема ограниченного количества элементов, называются специальными.



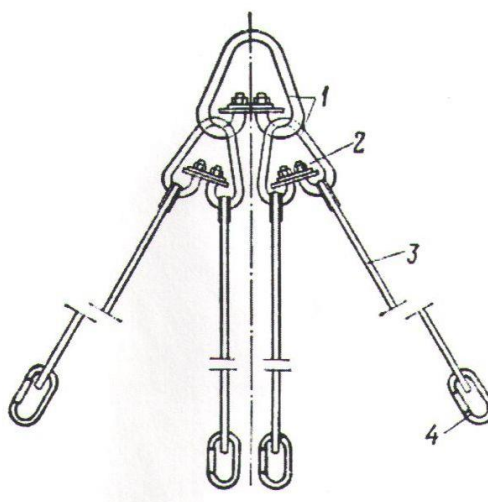
а) универсальный на сплетке; б) универсальный на сжимах; в) облегченный с петлей; г) облегченный с петлей и крюком; д) облегченный с петлей и карабином; 1 - сплетки; 2 - сжим; 3 - петля; 4 - крюк; 5 - карабин.

Рисунок 1.4.1 — Стропы

Облегченный строп представляет собой отрезок каната, на концах которого прочно закрепляют крюки, скобы, серьги или карабины. С помощью петли строп надевают на крюк крана. Все детали стропа, за исключением карабина, глухие, неразъемные; их используют для образования петель при обвязке поднимаемых грузов, а также для временного соединения с монтажными петлями, скобами и крюками, закрепляемыми на строительных конструкциях и деталях. Для подъема плит перекрытий, длинномерных и пакетированных грузов применяют двух- и четырех ветвевые стропы. Последние представляют собой облегченные стропы (два - четыре), подвешенные к кольцу или скобе. В четырехветвевом стропе "пауке", рисунок 1.4.2[4 стр 152], канаты попарно соединяют через две скобы, которые в свою очередь надевают на третью скобу. Такая конструкция обеспечивает

равномерное распределение нагрузок от поднимаемых деталей на все четыре ветви стропа.

Стропы отличаются следующими недостатками: при подъеме крупногабаритных конструкций гибкие стропы занимают значительную полезную высоту подстрелового пространства; в поднимаемых элементах и деталях при небольших углах наклона стропов к горизонтали возникают сжимающие усилия, которые в ряде случаев превышают расчетные нагрузки; осложнены, а иногда и невозможны подъем и установка колонн в вертикальном положении. Отмеченные недостатки устраняются при использовании стропов с жесткими элементами - траверс и захватов.



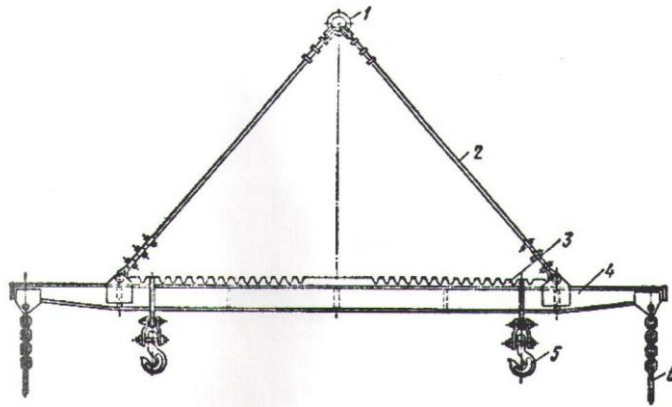
1 - скобы; 2 - гайка; 3 - канат; 4 – карабин

Рисунок 1.4.2- Четырехветвевой строп «Паук»

Крупногабаритные перегородочные панели поднимают балансирной траверсой рисунок 1.4.3[4, 160], оснащенной жесткими металлическими тягами с петлями по концам. В эти петли закладывают штыри, на которые опираются перегородки.

С помощью вилочного подхвата или траверсы с коромыслами, к концам которых закрепляют цепи с крюками, можно поднимать одновременно несколько плит покрытий. На монтажных работах и на складских операциях для

подъема и перемещения тавровых и двутавровых железобетонных и стальных балок иногда используют клещевые захваты. Клещевой захват состоит из шарнирно соединяемых рычагов – клещей. Клещи с помощью жестких или гибких цепных подвесок закрепляют по концам траверсы, подвешиваемой па крюк крана. Клещевые захваты не требуют монтажных петель и скоб в железобетонных элементах. Для временного закрепления монтируемых элементов предназначены кондукторы. Конструктивные исполнения кондукторов различны: они зависят от вида монтируемых элементов и места установки.



1 – серьга; 2 – канат; 3 – рейка для крепления крюка; 4 – траверса; 5 – крюк; 6 – петля.

Рисунок 1.4.3 - Балансирная траверса для подъема перегородок

1.4.1 Разновидность оборудования для захвата

Виды устройств захвата на рынке делятся на 3 основных вида: системы одностороннего действия, системы двустороннего действия и системы многостороннего действия.

Зажимы одностороннего действия. К этой группе относятся устройства типа вакуумных, турбинных и магнитных присосок, которые вступают в контакт лишь с одной поверхностью предмета.

Вакуумная присоска используется для захвата плоских твердых предметов с гладкой поверхностью (стеклянные, металлические плоские поверхности и т. д.). Выбор материала для изготовления присосок зависит от условий, в которых будут работать эти присоски, в первую очередь от температуры и наличия в рабочей среде масла или химических реагентов. Используются как стандартные присоски, так и видоизмененные в соответствии с размерами предмета; при этом внутренней поверхности присоски придается внешняя форма предмета, что обеспечивает лучшее взаимное расположение для захвата.

Турбинные присоски используются в случае, когда невозможно применение вакуумных присосок: при захвате картонных, деревянных предметов, некоторых типов конгломератов и деталей, не имеющих плоской поверхности.

Магнитные захваты в устройствах данного типа используются системы с постоянным магнитом или электромагнитом. Как следует из самого названия, эти присоски пригодны исключительно для захвата предметов, сделанных из магнитных материалов. В некоторых случаях, особенно при установке двигателей на металлорежущих станках, приходится учитывать остаточное намагничивание. Постоянные магниты надежны и не расходуют энергии, однако требуют введения специального механизма для разъединения магнита и деталей. Их недостаток заключается в том, что они притягивают также металлические опилки и стружку. Поэтому чаще используются электромагниты, более простые

в эксплуатации (при подводе и отводе магнита); кроме того, оказывается возможным размагничивание перенесенных металлических предметов.

1.5 Механизмы подъема груза

Механизмы грузоподъемных машин - подъема, изменения вылета (передвижения тележки), передвижения крана, поворота - независимо от назначения состоят в основном из следующих узлов: рабочей части (барабана, ходовых колес, опорно-поворотного устройства), передаточного устройства, тормоза и привода (машинного или ручного).

При конструировании механизмов стремятся к тому, чтобы они были агрегаты, т. е. все входящие в механизм узла собирались отдельно и уже в виде блока устанавливались на машину. Характерным примером этого является тележка мостового крана, на раме которой устанавливают два или три механизма: подъема (иногда их бывает два) и передвижения.

В настоящее время разработан ряд унифицированных узлов грузоподъемных машин (редукторов, грузовых барабанов, ходовых колес и т.д.), рисунок 1.5.1 [4 с. 251], которые позволяют "набирать" из них механизмы, имеющие различные характеристики. В связи с этим конструкция механизмов должна выполняться с учетом обеспечения взаимозаменяемости обязательных узлов и деталей.

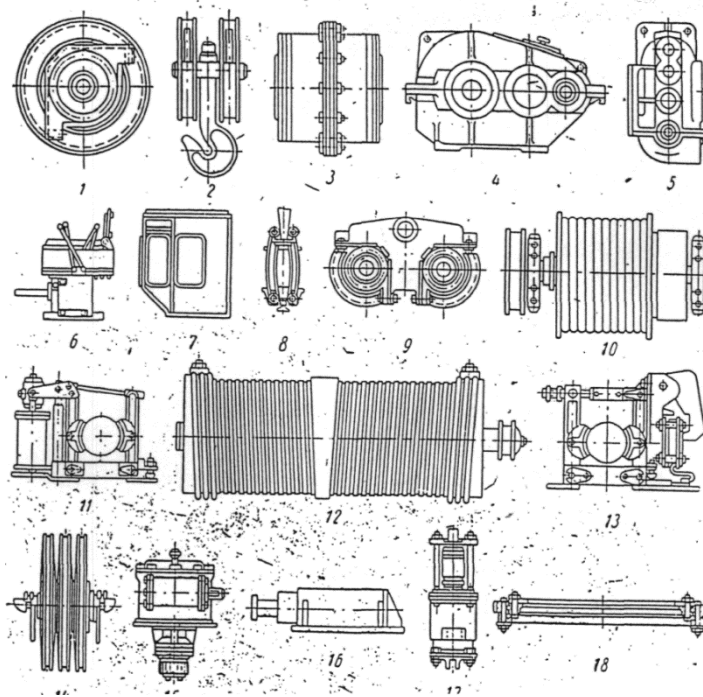


Рисунок 1.5.1 Различные узлы механизмов крана

Ходовое колесо-1, подвеска крюковая-2, муфта зубчатая-3, редуктор горизонтальный-4, редуктор вертикальный-5, кресло-пульт-6, кабина -7, захват противоугонный-8, балансир ходовой-9, барабан кабельный-10, тормоз электрогидравлический-11, барабан грузовой-12, тормоз электромагнитный-13, блоки верхние-14, редуктор механизма поворота-15, буфер пружинный -16, толкатель электрогидравлический -17, круг шариковый поворотный-18.

1.6 Гидроабразивная резка

Гидроабразивная резка- резка металла высокого класса точности. В данном типе резка происходит за счет подачи потока воды под очень высоким давлением, достигающим до 5000 атмосфер, далее вода смешивается с абразивом, красным мелкодисперсным песком, и с высокой точностью выходя из режущей головки, режет тонкой струей, диаметр которой достигает от 0,5 до 1,5 мм.

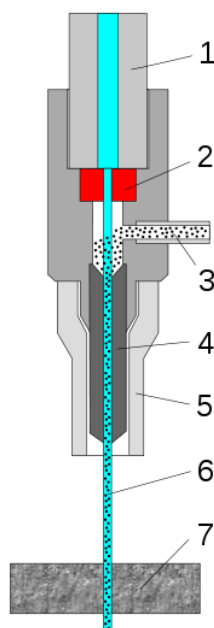


Рисунок 1.6.1 Схема установки гидроабразивной резки.

1 — подвод воды под высоким давлением. 2 — Сопло. 3 — подача абразива. 4 — смеситель.
5 — кожух. 6 — режущая струя. 7 — разрезаемый материал

Данная технология резки применяется не только при резке металла, так же она применима для резки любого твердого материала, особенно широко применим для резки камня. Точность резки достигает 0,1мм, при этом поверхность реза получается чистой и не требует дальнейших механических обработок изделия. Толщина обрабатываемого материала по техническому паспорту бывает различна, но максимальная достигает до 300мм.

Главными преимуществами данного способа резки является высокая точность обработки исключая различные деформации, за счет отсутствия температурного нагрева. Недостатком же является то что изделия, после обработки подвержено коррозии, так как происходит намокание материала, а так же цена оборудования не самая низкая.

1.7 Склады для хранения материала

Склады для материала и заготовок предназначены для хранения запаса пруткового, листового и другого материала, а именно отливок, поковок и штамповок, по возможности необходимо устроить склад таким образом, чтобы при механических цехах всегда была возможность удобно получить материал. Такие склады устраивают при единичном и серийном производстве. Если же производство имеет поточно-массовый характер, то вместо таких складов предусматривают складочные площадки в начале каждой поточной линии.

Склады стеллажной конструкции более вместительны по сравнению со складами, где заготовки хранятся штабелями, занимают меньшую площадь благодаря лучшему использованию здания по высоте, а также дают возможность автоматизировать складские работы. К тому же высокая устойчивость конструкций обеспечивает безопасность работы. Особенно эффективны склады стеллажной конструкции при большой номенклатуре заготовок или полуфабрикатов. При этом для груза каждого наименования отводится своя зона хранения, что обеспечивает порядок и четкую организацию складских работ.

Главным же недостатком является очень малая приспособленность к изменениям в планировке цеха, так как для создания подобных складов необходимо специальное соединение к полу. Поэтому при создании и размещении подобных складов следует учитывать перспективу развития цехов и завода в целом.



Рисунок 1.7.1 Автоматические склады

К преимуществам же, можно отнести большую способность к автоматизации системы хранения, при помощи консольных кранов или штабелеров, для данного же диплома, более подходит стеллаж для листового материала, что обуславливается направленностью производства. Выбор типа автоматизации был выбран консольный кран, за счет простоты установки, и малой занимаемой площадью при сравнении со штабелером, без потери производительности.

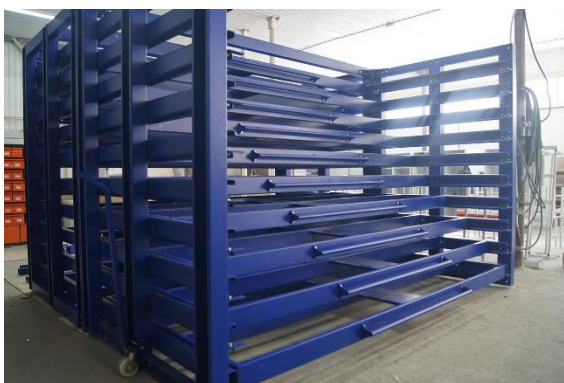


Рисунок 1.7.2 склад для листового металла

2.РАСЧЕТНО – КОНСТРУКТОРКАЯ ЧАСТЬ.

2.1 Расчет основных элементов

2.1.1 Разработка схемы полиспаста и выбор кинематической схемы механизма

Для консольного неполноповоротного крана с грузовой тележкой грузоподъёмность которого составляет пять тонн, согласно рекомендациям, принимаем полиспаст сдвоенный двукратный с непосредственной навивкой на барабан. Кинематическая схема полиспаста представлена на рисунке 2.1 .

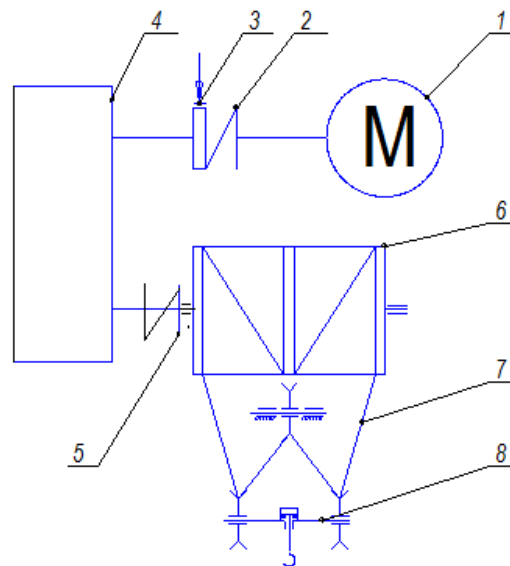


Рисунок 2.1.1 Кинематическая схема полиспаста

Элементы кинематической схемы

1. Электродвигатель

2. Муфта

3. Тормоз

4. Редуктор

5. Муфта

6. Барабан

7. Канат

8. Крюковая подвеска.

2.1.2 Выбор крюковой подвески

Грузоподъемность крюковой подвески $Q_{\text{п}}$ кг, не должна быть меньше заданной грузоподъемности

$$Q_{\text{п}} \geq Q.$$

$$Q_{\text{п}} = 5000 \text{ кг}$$

По выбираем крюковую подвеску с условным обозначением 2-5-336 ОСТ 24.191.08-81 1[26].

Основные параметры крюковой подвески 2-5-336 предоставлены в таблице 2.1.1

Таблица 2.1.1 параметры крюковой подвески

Грузоподъемность, кг	Диаметр блоков, мм	Диаметр каната, мм	Высота, мм	Ширина, мм
5000	336	11...14	766	170

2.1.3 Выбор каната

Определим максимальное статическое усилие S_{max} , Н.[1]

$$S_{\text{max}} = G / (z_{\text{к.б}} \cdot u_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}). \quad (1)$$

где G – вес груза и крюковой подвески, Н;

$z_{\text{к.б}}$ – число ветвей каната навиваемых на барабан, $z_{\text{к.б}} = 2$;

$u_{\text{п}}$ – кратность полиспаста, $u_{\text{п}} = 2$;

$\eta_{\text{п}}$ – к.п.д. полиспаста, $\eta_{\text{п}} = 0,99$,

Определим вес груза и крюковой подвески G , Н

$$G = (Q + m) \cdot g, \quad (2)$$

где m – масса крюковой подвески, кг. $m = 61,3$ кг.

$$G = (5000 + 61,3) \cdot 9,8 = 39800,74 \text{ Н.}$$

$$S_{\text{max}} = 39800,74 / (2 \cdot 2 \cdot 0,99) = 10050,7 \text{ Н}$$

Определим разрывное усилие каната в целом F_0 , Н.

$$F_0 \geq z_p \cdot S_{\max}, \quad (3)$$

где z_p – минимальное значение коэффициента использования канатов.

$$z_p = 3,55,$$

$$F_0 \geq 3,55 \cdot 10050,7 = 35680 \text{ Н}$$

По полученному значению разрывного усилия каната в целом выбираем канат ЛК-Р6х19(1+6+6/6)+1 о.с. ГОСТ 2688-80

Основные параметры каната ЛК-Р6х19(1+6+6/6)+1 о.с.ГОСТ 2688-80[27] в таблице 2.2

Таблица 2.1.2 параметры каната

Тип каната	Диаметр каната, d_k , мм	Разрывное усилие, F, кН	Масса 1000м каната, кг
ЛК-Р6х19(1+6+6/6)+1 о.с. ГОСТ 2688-80	11	62,85	461,6

Определим действительное значение коэффициента использования

канатов z_p ,

$$z_p = F / S_{\max} \quad (4)$$

$$z_p = 62850 / 10050,7 = 6,25$$

Определим минимальный диаметр блоков, по средней линии навивки $D_{\text{бл}}$,

мм.

$$D_{\text{бл}} \geq h_2 \cdot d_k, \quad (5)$$

где h_2 – коэффициент выбора диаметра блока, $h_2 = 16$.

$$D_{\text{бл}} \geq 16 \cdot 11,$$

$$D_{\text{бл}} \geq 176 \text{ мм}$$

Определим диаметр блока по дну канавки $D_{\text{бл}0}$, мм.

$$D_{\text{бл}0} \geq D_{\text{бл}} - d_k, \quad (6)$$

$$D_{\text{бл}0} \geq 176 - 11.$$

$$D_{\text{бл}0} \geq 165 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр блока по дну канавки в соответствии с характеристиками крюковой подвески $D_{\text{бл}0} = 336 \text{ мм}$

Действительное значение коэффициента выбора диаметра блока, $h_{2,\text{д}}$.

$$h_{2,\text{д}} = (D_{\text{бл}0} + d_k) / d_k \quad (7)$$

$$h_{2,\text{д}} = (336 + 11) / 11 = 31,54.$$

2.1.4 Определение основных параметров барабана

Определим минимальный диаметр барабана по средней линии $D_{\text{бм}}$, мм. [1 с.120]

$$D_{\text{бм}} = h_1 \cdot d_k. \quad (8)$$

где h_1 – коэффициент выбора диаметра барабана, $h_1 = 14$.

$$D_{\text{бм}} = 14 \cdot 11 = 154 \text{ мм}$$

Исходя из конструктивных соображений принимаем диаметр барабана по дну канавки равный $D_{\text{б}0} = 400 \text{ мм}$.

Уточняем значение диаметра барабана по средней линии навивки каната $D_{\text{б}}$, мм.

$$D_{\text{б}} = D_{\text{б}0} + d_k. \quad (9)$$

$$D_{\text{б}} = 400 + 11 = 411 \text{ мм}$$

Проводим проверку коэффициента диаметра барабана $h_{\text{д}}$.

$$h_{\text{д}} = D_{\text{б}0} / d_k \geq h_1. \quad (10)$$

$$h_{\text{д}} = 411 / 11 = 37,3$$

При условии $h_{\text{д}} \geq h_1$, расчетный коэффициент диаметра барабана составляет $h_{\text{д}} = 37,3$, условие выполняется.

Определим длину одного нарезанного участка $L_{\text{н}}$, мм. [1 с. 122]

$$L_{\text{н}} = t \cdot (Z_p + Z_{\text{непр}} + Z_{\text{кр}}). \quad (11)$$

Где:

t – шаг нарезки, мм;

z_p – число рабочих витков для навивки половины полной рабочей длины каната;

$z_{непр}$ – число неприкосновенных витков, $z_{непр} = 1,5$;

$z_{кр}$ – число витков для крепления конца каната, $z_{кр} = 3$.

Определим шаг нарезки t , мм [1 с.123]

$$t=1,125 \cdot d_k. \quad (12)$$

$$t= 1,125 \cdot 11=12,375 \text{ мм}$$

Округляем полученное значение до кратного 0,5, $t = 12,5$ мм.

Определим число рабочих витков для навивки половины полной рабочей длины каната z_p

$$z_p = L_{к.р}/(\pi \cdot D_6). \quad (13)$$

где $L_{к.р}$ – рабочая длина каната, мм.

Определим рабочую длину каната $L_{к.р}$. мм.

$$L_{к.р} = H \cdot u_{п}. \quad (14)$$

где H – высота подъёма груза, мм.

$$L_{к.р} = 6000 \cdot 2=12000 \text{ мм.}$$

$$z_p = 12000/(3,14 \cdot 400) = 9,55.$$

$$L_H= 12,5(9,55+1,5+3) = 176 \text{ мм}$$

Определим длину гладкого концевой участка l_k , мм.

$$l_k=(4..5)d_k. \quad (15)$$

$$l_k=(4..5) \cdot 11=44..55 \text{ мм}$$

Из получившегося интервала принимаем значение $l_k=50$ мм.

Определим длину гладкого среднего участка l_0 , мм.

$$l_0 \leq B_{нар}. \quad (16)$$

где $B_{нар}$ – расстояние между осями крайних блоков крюковой подвески, мм.

$$B_{нар}=56 \text{ мм} .$$

Принимаем длину гладкого участка в середине $l_0=56$ мм

Определим длину барабана L_6 , мм.

$$L_6 = 2 \cdot l_H + l_0 + 2l_k. \quad (17)$$

$$L_6 = 2 \cdot 176 + 56 + 2 \cdot 50 = 508 \text{ мм}$$

Высота оси барабана относительно внешней опоры h , мм.

$$h = 0,5 \cdot D_6. \quad (18)$$

$$h = 0,5 \cdot 412 = 206 \text{ мм}$$

Выбираем материал барабана. чугуна марки СЧ15-32.

Допускаемое напряжение сжатия равно $[\sigma]_{сж} = 100 \text{ Н/мм}^2$ [4], $\sigma_B = 320 \text{ Н/мм}^2$. [3].

Исходя из условий технологии изготовления литых барабанов, толщина стенки чугунного барабана $\delta_{п}$, мм

$$\delta_6 \geq 0,02 \cdot D_{60} + 0,003. \quad (19)$$

$$\delta_6 \geq 0,01 \cdot 400 + 6.$$

$$\delta_6 \geq 14 \text{ мм}$$

Конструктивно принимаем толщину стенки барабана $\delta_6 = 14 \text{ мм}$

Стенка барабана на сжатие равна $\sigma_{сж}$, Н/мм^2 .

$$\sigma_{сж} = S_{\max} / (\delta_6 \cdot t) \leq [\sigma]_{сж}. \quad (20)$$

$$\sigma_{сж} = 10050,7 / (14 \cdot 12,5) = 57,4 \text{ Н/мм}^2$$

Так как условие $\sigma_{сж} \leq [\sigma]_{сж}$ выполняется, выбранная толщина стенки барабана выдержит данную нагрузку

Определяем значение коэффициента ψ

$$\psi = (1 + E_k F_k / (E_6 \delta_{п} t))^{-1/2}. \quad (21)$$

где E_k – модуль упругости каната с органическим сердечником, Н/мм^2 .

$$E_k = 88260 \text{ Н/мм}^2;$$

F_k – площадь сечения всех проволок каната, мм^2 . $F_k = 47,19 \text{ мм}^2$.

E_6 – модуль упругости стенки барабана, Н/мм^2 , для чугунных барабанов $E_6 = 98000 \text{ Н/мм}^2$.

$$\psi = (1 + 88260 \cdot 47,19 / (98000 \cdot 14 \cdot 12,5))^{-1/2} = 2,02$$

Окончательная толщина стенки барабана δ , мм. [4 с.160]

$$\delta = 1,07 \cdot \psi S_{\max} / (t[\sigma]_{\text{сж}}). \quad (22)$$

$$\delta = 1,07 \cdot 2,02 \cdot 10050,7 / (12,5 \cdot 100) = 17,7 \text{ мм}$$

Полученный результат стенки барабана следует округлить в большую сторону до целого числа, принимаем толщину стенки $\delta = 18 \text{ мм}$.

Устойчивость цилиндрической стенки барабана n , проверяем по формуле

$$n = \sigma_k / (\psi \cdot \sigma_n) \geq [n]. \quad (23)$$

где σ_k - критическое напряжение в цилиндрической стенке, Н/мм²;

σ_n - номинальное напряжение в цилиндрической стенке, Н/мм²;

$[n]$ - дополнительный запас устойчивости цилиндрической стенки, для чугунной цилиндрической стенки $[n] = 2$.

Критическое напряжение в цилиндрической стенке σ_k , Н/мм². [4 с. 161]

$$\sigma_k = 0,92 \cdot E_{\delta} \cdot (\delta / L_{\delta}) \cdot \sqrt{(\delta / R_{\text{бo}})}. \quad (24)$$

где $R_{\text{бo}}$ – радиус барабана, м. $R_{\text{бo}} = 0,2 \text{ м}$.

$$\sigma_k = 0,92 \cdot 98000 \cdot (0,018 / 0,507) \cdot \sqrt{(0,018 / 0,2)} = 946,6 \text{ Н/мм}^2$$

Номинальное напряжение в цилиндрической стенке σ_n , Н/мм².

$$\sigma_n = S_{\max} / (\delta \cdot t). \quad (25)$$

$$\sigma_n = 10050,7 / (18 \cdot 12,5) = 44,6 \text{ Н/мм}^2.$$

$$n = 946,6 / (2,02 \cdot 44,6) = 10,5$$

Условие $n \geq [n]$ выполняется, следовательно, стенка барабана выдержит данную нагрузку

2.1.5 Расчёт крепления каната на барабане

Из стандартного ряда выбираем накладку с диаметром отверстия $d = 13 \text{ мм}$ и габаритными размерами $40 \times 40 \text{ мм}$. По диаметру отверстия выбираем шпильку, принимаем Шпилька М12 ($d_1 = 9,6 \text{ мм}$), $[\sigma]_p = 80 \text{ Н/мм}^2$. [3]

Расчётное напряжение каната в месте крепления S_p , Н.

$$S_p = S_{\max} / e^{f\alpha}. \quad (26)$$

где e - математическая константа, основание натурального логарифма, $e=2,72$;

f – Коэффициент трения между канатом и барабаном, $f=0,1$;

α – угол обхвата барабана, $\alpha=3\pi$.

$$S_p = 10050,7 / 2,72^{0,1 \cdot 3 \cdot 3,14} = 3930 \text{ Н}$$

Необходимое усилие прижатия каната накладками F , Н. [4 с.156]

$$F = k \cdot 0,85 \cdot S_p / \omega. \quad (27)$$

где k – коэффициент запаса, $k = 1,25$;

ω – коэффициент сопротивления, $\omega = 0,35$.

$$F = 1,25 \cdot 0,85 \cdot 3930 / 0,35 = 11930 \text{ Н}$$

Допускаемое усилие растяжения шпильки F_0 , Н. [3]

$$F_0 = [\sigma]_p \pi d_1^2 / 4. \quad (28)$$

где $[\sigma]_p$ – внутренний диаметр резьбы, мм. $d_1 = 9,6$ мм.

$$F_0 = 80 \cdot 3,14 \cdot 9,6^2 / 4 = 5787 \text{ Н}$$

Находим необходимое число накладок z

$$z = F / F_0. \quad (29)$$

$$z = 11930 / 6280 = 2$$

Принимаем необходимое число накладок $z=2$.

2.1.6 Определение реакций опор в подшипниковых узлах барабана

Выбираем тип нагружения барабана из предложенных в [1 с. 309]. Часть вала находится внутри барабана, для удобства установки в корпус лебедки.

Так как у нас используется соединение с полиспастом и траверсой сдвоенное, то статическое усилие возникает в 2 местах, в крайних положениях свивки каната на барабане. Для расчета опор подшипника, который будет ставиться в корпус лебедки мы первоначально рассчитаем значения действующих сил в ступицах барабана. Тем самым получим реакции опор, действующие на вал.

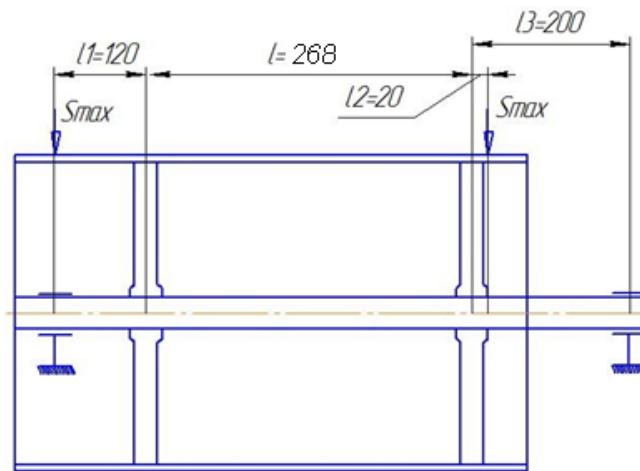


Рисунок 2.1.2 - Схема нагружения барабана

Произведём расчёт нагрузки на ступицы барабана

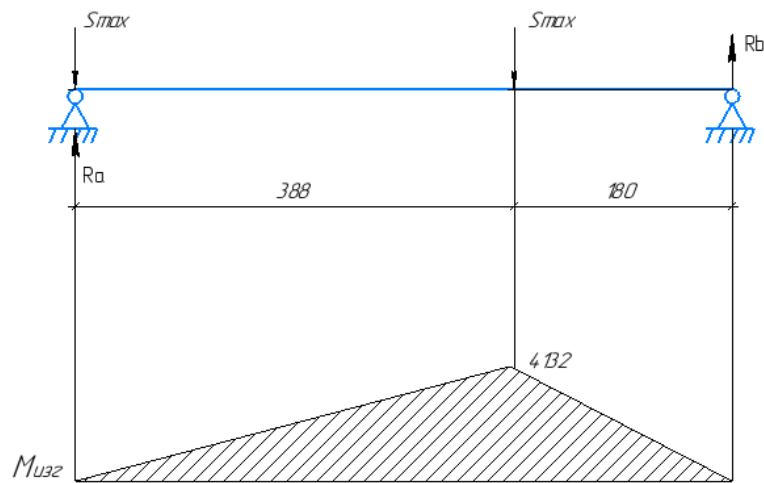


Рисунок 2.1.3 Схема нагружения вала барабана

Расчёт нагрузки на ступицы барабана R_b, R_a, H

$$\Sigma M_A = 0; S_{\max} \cdot R_b \cdot l + S_{\max} \cdot l_1 = 0. \quad (30)$$

$$\Sigma M_B = 0; S_{\max} \cdot l - R_a \cdot l - S_{\max} \cdot l_2 = 0 \quad (31)$$

Находим R_b и R_a

$$S_{\max} \cdot R_b \cdot l + S_{\max} \cdot l = 0.$$

$$R_b = (S_{\max} + S_{\max} \cdot l) / l$$

Подставляем параметры

$$R_b = (10050,7 + 10050,7 \cdot 368 \cdot 10^{-3}) / 568 \cdot 10^{-3}.$$

$$R_b=6874,47 \text{ Н.}$$

$$S_{\max} \cdot (l_1+l) - R_a \cdot l - S_{\max} \cdot l_2 = 0.$$

$$R_a = (S_{\max} \cdot l) + S_{\max} \cdot l_2 / l. \quad (32)$$

$$R_a = (10050,7 \cdot (368 \cdot 10^{-3}) + 10050,7 \cdot 180 \cdot 10^{-3}) / 568 \cdot 10^{-3}.$$

$$R_a = 13226,94 \text{ Н}$$

Проверка

$$\Sigma F_x = 0; -S_{\max} + R_a + R_b - S_{\max} = 0. \quad (33)$$

$$-10050,7 + 6874,47 + 13226,94 - 10050,7 = 0$$

Определим изгибающие моменты. Изгибающий момент в левой ступице барабана $M_{л}$, Нм.

$$M = R_a \cdot l_1.$$

$$M_{л} = 13226,94 \cdot 0,388 = 4132 \text{ Нм}$$

Изгибающий момент в правой ступице барабана $M_{п}$, Нм

$$M = R_b \cdot l_3, \quad (34)$$

$$M_{п} = 6874 \cdot 0,18 = 1581 \text{ Нм}$$

По выбираем материал вала барабана Сталь 45 [3], со следующими параметрам.

Таблица 2.1.3 Основные параметры сталь 45

Марка стали	Твёрдость НВ, не ниже	Механические характеристики, Н/мм ²				
		σ_B	σ_T	τ_T	σ_{-1}	τ_{-1}
Сталь 45	200	560	280	150	250	150

Определяем допускаемые напряжения изгиба $[\sigma_u]$, Н/мм²

$$[\sigma_u] = \sigma_{-1} / ([n]k_0). \quad (35)$$

где $[n]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности, $[n]=1,4$;

k_0 – коэффициент, учитывающий конструкцию детали, $k_0 = 2$

$$[\sigma_u] = 250 / (1,4 \cdot 2) = 89,28 \text{ Н/мм}^2$$

Находим значение диаметра правой ступицы $d_{с.п.}$ мм,

$$d_{с.п.} \geq \sqrt[3]{M_{п}/0,1[\sigma_u]} . \quad (36)$$

$$d_{с.п.} \geq \sqrt[3]{4132 * 10^3 / 0,1 * 89,28} = 72,55 \text{ мм}$$

Округляем до стандартного линейного размера, $d_{с.п.} = 70$ мм,

Находим значение диаметра левой ступицы $d_{с.л.}$ мм,

$$d_{с.л.} \geq \sqrt[3]{M_{л}/0,1[\sigma_u]} , \quad (37)$$

$$d_{с.л.} \geq \sqrt[3]{1581 * 10^3 / 0,1 * 89,28} = 56,15 \text{ мм}$$

Округляем до стандартного линейного размера, $d_{с.л.} = 60$ мм,

2.1.7 Выбор электродвигателя

Определим максимальную статическую мощность, Вт.

$$P_{ст.мах} = G \cdot v / \eta_{пр}, \quad (38)$$

где $\eta_{пр}$ – предварительное значение к.п.д. механизма, $\eta_{пр} = 0,85$,

$$P_{ст.мах} = 39800,74 \cdot 0,2 / 0,85 = 9364,88 \text{ Вт}$$

Определим номинальную мощность двигателя $P_{дв}$, Вт.

$$P_{дв} = K_{и} \cdot K_{р} \cdot K_{\varepsilon} \cdot K_{пр} \cdot P_{стмах}. \quad (39)$$

где $K_{и}$ – коэффициент использования номинальной грузоподъемности, $K_{и} = 0,7$;

$K_{р}$ – коэффициент, учитывающий применяемую систему регулирования скорости, для режима работы МЗ, $K_{р} = 1,15$;

K_{ε} – коэффициент, учитывающий фактическую продолжительность включения, $K_{\varepsilon} = 0,82$, $\varepsilon = 0,25$;

$K_{пр}$ – коэффициент пусковых потерь, $K_{пр} = 1$.

$$P_{дв} = 0,7 \cdot 1,15 \cdot 0,82 \cdot 1 \cdot 9364,88 = 6181,75 \text{ Вт}$$

По рассчитанной номинальной мощности двигателя по каталогу завода изготовителя выбираем электродвигатель МТН 312 ТУ16 БИДМ.526232.001ТУ. со следующими параметрами.

Таблица 2.1.4 Основные параметры электродвигателя МТН 312

Тип двигателя	Мощность при ПВ 40%, Вт	Частота вращения, $n_{дв}, c^{-1}$	Отношение максимального момента к номинальному	Диаметр вала, мм
МТН 312	7500	11,66	2,8	50

2.1.8 Выбор редуктора

Определяем частоту вращения барабана $n_б, c^{-1}$, [4 с 198]

$$n_б = v_{под} \cdot u_{п'} / (\pi D_б). \quad (40)$$

где $v_{под}$ – скорость подъёма груза, м/с, $v_{под} = 0,32$ м/с.

$$n_б = 0,32 \cdot 2 / (3,14 \cdot 0,411) = 0,5 \text{ c}^{-1}$$

Определим необходимое передаточное число u_p .

$$u_p = n_{дв} / n_б \quad (41)$$

$$u_p = 11,66 / 0,5 = 23,32$$

Определим коэффициент переменной нагрузки K_Q .

$$K_Q = \sqrt[3]{K_m}. \quad (42)$$

где K_m – коэффициент распределения нагрузок, $K_m = 0,5$.

$$K_Q = \sqrt[3]{0,5} = 0,79.$$

Определим частоту вращения тихоходного вала n_m, c^{-1} .

$$n_m = n_б \cdot u_m. \quad (43)$$

где u_m – передаточное число муфты, $u_m = 1$ [4].

$$n_m = 0,5 \cdot 1 = 0,5 \text{ с}^{-1}$$

Определим число циклов нагружения z_m .

$$z_m = 3600 \cdot n_m \cdot t_{\text{маш}} \quad (44)$$

где $t_{\text{маш}}$ – общая продолжительность использования крана, ч, $t_{\text{маш}} = 6300$ ч.

$$z_m = 3600 \cdot 0,5 \cdot 6300 = 11340000$$

Определим суммарное число циклов контактных напряжений зуба шестерни тихоходной ступени редуктора z_M .

$$z_M = z_m \cdot u_T \quad (45)$$

где u_T – передаточное число тихоходной ступени, $u_T = 5$

$$z_M = 11340000 \cdot 5 = 56,7 \cdot 10^6$$

Определим коэффициент срока службы K_t .

$$K_t = \sqrt[3]{z_M / z_0} \quad (46)$$

где z_0 – базовое число циклов контактных напряжений, $z_0 = 125 \cdot 10^6$.

$$K_t = \sqrt[3]{56,7 \cdot 10^6 / 125 \cdot 10^6} = 0,768$$

Коэффициент долговечности K_d .

$$K_d = K_Q K_t \quad (47)$$

$$K_d = 0,79 \cdot 0,768 = 0,6$$

Определим расчётный крутящий момент T_p , Нм.

$$T_p = 2 \cdot S_{\text{max}} \cdot r_6 / (\eta_6 \eta_M u_M) \quad (48)$$

где r_6 – радиус барабана, мм, $r_6 = 206$ мм;

η_6 – коэффициент полезного действия опоры барабана для одной пары подшипников, $\eta_6 = 0,99$;

η_M – коэффициент полезного действия муфты, $\eta_M = 0,98$;

u_M – передаточное число муфты, $u_M = 1$.

$$T_p = 2 \cdot 10050,7 \cdot 206 \cdot 10^{-3} / (0,99 \cdot 0,98 \cdot 1) = 4268 \text{ Нм}$$

Определим расчётный эквивалентный момент $T_{p,\text{э}}$, Нм

$$T_{p,\text{э}} = K_d \cdot T_p \quad (49)$$

$$T_{p.э} = 0,6 \cdot 4268 = 2560,8 \text{ Нм}$$

Межосевое расстояние a_w , мм.

$$a_w = 0,5 \cdot (D_6 + d_d). \quad (50)$$

где d_d – ширина двигателя, мм. $d_d = 422 \text{ мм}$.

$$a_w = 0,5 \cdot (411 + 422) = 416 \text{ мм}$$

Выбираем двухступенчатый цилиндрический редуктор Ц2-400 ГОСТ 15150-80[25], со следующими техническими характеристикам.

Таблица 2.1.5 Основные технические характеристики двухступенчатого цилиндрического редуктора Ц2-400

Типоразмер редуктора	Передаточное число u_p	Крутящий момент, Нм	Масса редуктора, кг	Диаметр входного вала, мм	Диаметр выходного вала, мм
Ц2-400	25	8000	315	40	60

2.1.9 Выбор тормоза

Расчётный тормозной момент $T_{т.р.}$ Нм. [1]

$$T_{т.р.} = k_t \cdot T_{ст}. \quad (51)$$

где k_t – коэффициент запаса торможения, $k_t = 1,5$;

$T_{ст}$ – статический крутящий момент при торможении, Нм.

$$T_{ст} = GD_6 \eta_{max} / (2 \cdot u_p \cdot u_n). \quad (52)$$

$$T_{ст} = 39800,74 \cdot 0,411 \cdot 0,98 / (2 \cdot 25 \cdot 2) = 160,3 \text{ Нм.}$$

$$T_{т.р.} = 1,5 \cdot 131 = 240,5 \text{ Нм}$$

По полученному значению расчётного тормозного момента по каталогу завода изготовителя выбираем тормоз ТКГ-200 ТУ 3178-004-11523712-94, со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.1.6 Технические характеристики тормоза ТКГ-200

Наименование	Тормозной момент, Нм	Диаметр тормозного шкива, мм	Тип толкателя	Номинальное усилие на штоке, Н	Время наложения колодок, с
ТКГ-200	300	200	ТЭ-30	300	0,2

2.1.10 Выбор муфт

Определим статический момент на валу двигателя $T_{ст}$, Нм. [1]

$$T_{ст} = T_p / (u_p \cdot \eta_{ред}). \quad (53)$$

$$T_{ст} = 4268 / (25 \cdot 0,98) = 174 \text{ Нм}$$

Определим момент возникающий на муфте соединения вала электродвигателя с входным валом редуктора $T_{м.1}$, Нм. [1]

$$T_{м.1} = T_{ст} \cdot k_1 \cdot k_2. \quad (54)$$

где k_1 - коэффициент учитывающий ответственность соединения, $k_1 = 1,3$;

k_2 - коэффициент режима работы, $k_2 = 1$.

$$T_{м.1} = 174 \cdot 1,3 \cdot 1 = 226 \text{ Нм}$$

По рассчитанному моменту на муфте, по диаметрам валов электродвигателя и редуктора выбираем МУВП-6-250-40-1-45-1 ГОСТ 21424-93, со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.1.7 Технические характеристики МУВП-6-250-50-1-50-1 ГОСТ-21424-93

Номер муфты	Номинальный крутящий момент, Нм	Диаметр под входной вал редуктора, мм	Диаметр под вал электродвигателя, мм
МУВП-6	250	40	50

Определим статический момент на оси барабана $T_{ст.о}$. Нм.

$$T_{ст.о} = (D_{б}/2) \cdot G. \quad (55)$$

$$T_{ст.о} = (0,411/2) \cdot 39800,74 = 8180 \text{ Нм}$$

Определим момент возникающий на муфте соединения выходного вала редуктора с осью барабана.

T_m , Нм.

$$T_{m,2} = T_{ст.о} \cdot K_1 \cdot K_2. \quad (56)$$

$$T_{m,2} = 8180 \cdot 1,3 \cdot 1 = 10634 \text{ Нм}$$

По рассчитанному моменту на муфте, по диаметрам выходного вала редуктора и оси под подшипник выбираем зубчатую муфту. Принимаем муфту МЗ-6-Н60 ГОСТ 50895-96 со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.1.8 Технические характеристики муфты МЗ-6-Н60 ГОСТ 50895-96

Наименование муфты	Номинальный крутящий момент, Нм	Диаметр под выходной вал редуктора, мм	Диаметр оси под подшипник, мм
МЗ-6-Н60	11800	60	60

2.1.11 Выбор подшипников

Производим расчёт для правой опоры.

Определим эквивалентную динамическую нагрузку R , Н.

$$R = XVF_T + YF_A. \quad (57)$$

где X – коэффициент радиальной нагрузки, $X=1$

Y – коэффициент осевой нагрузки, $Y=1$;

F_T – радиальная нагрузка, Н. $F_T = S_{max} = 10050,7$ Н;

F_A – осевая сила, Н. $F_A = 0$ Н.

$$R = 1 \cdot 1 \cdot 10050,7 + 1 \cdot 0 = 10050,7 \text{ Н}$$

Определим требуемую динамическую грузоподъёмность подшипника $G_{тр}$, Н.

$$G_{тр} = R^{10/3} \sqrt[3]{573 \cdot u_p \cdot L_{10h} / 10^6}. \quad (58)$$

$$G_{тр} = 20085^3 \sqrt[3]{573 \cdot 2 \cdot 6300 / 10^6} = 18197,6 \text{ Н}$$

По требуемой динамической грузоподъёмности, по каталогу завода изготовителя выбираем шарикоподшипники радиальные сферические 1210 ГОСТ 28428-90, со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.1.9 Технические характеристики шарикоподшипника радиального сферического 1210 ГОСТ 28428-90

Наружный диаметр, мм	Внутренний диаметр, мм	Ширина, мм	Грузоподъёмность статическая, Н	Грузоподъёмность динамическая, Н
130	50	20	10800	22900

Расчётная долговечность подшипников L , млн. об.

$$L=(G/R)^3, \quad (59)$$

где G - грузоподъёмность динамическая, Н. $G=22900$ Н.

$$L=(22900/10050,7)^3=11,8 \text{ млн. об.}$$

Расчетная долговечность подшипников L_h , ч.

$$L_h=10^6 L/3600 \cdot n_b. \quad (60)$$

$$L_h=10^6 \cdot 11,8/3600 \cdot 0,5=6555 \text{ ч}$$

При условии $L_h > 6300$ ч, расчетная долговечность подшипников e составляет $L_h = 6555$ ч, условие выполняется.

2.2 МЕХАНИЗМ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ТЕЛЕЖКИ

2.2.1 Выбор кинематической схемы

Выбираем кинематическую схему с центральным приводом, изображённую на рисунке. Её достоинством является отсутствие перекоса тележки при работе двигателя и тормоза во время пусков и торможений.

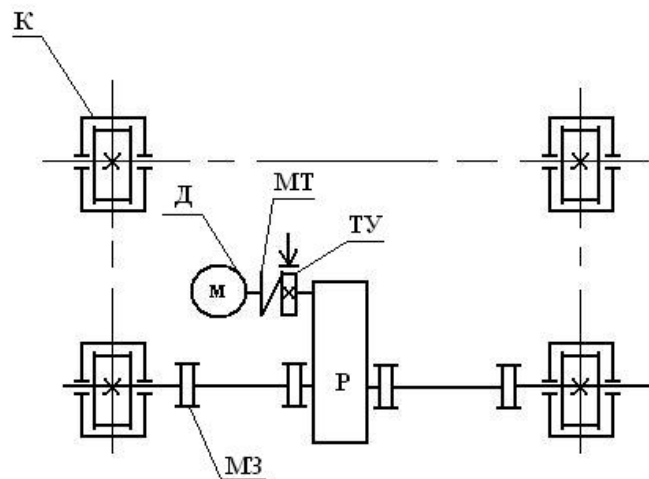


Рисунок 2.2.1 Кинематическая схема механизма передвижения тележки

Элементы кинематической схемы

Д - Электродвигатель

К - Колёса

МЗ - Муфта зубчатая

МТ - Муфта с тормозным шкивом

Р - Редуктор

ТУ - Тормоз.

2.2.2 Выбор колёс и колёсных установок

По ГОСТ 25711-83 примем предварительный вес тележки $G_T=19600$ Н.

Определим максимальную статическую нагрузку на одно колесо $P_{ст.мах}$. Н [4]

$$P_{ст.мах}=(G_{Г}+G_T) \cdot 1,1/4. \quad (61)$$

$$P_{ст.мах}=(39800+19600) \cdot 1,1/4=16335 \text{ Н}$$

Определим минимальную статическую нагрузку на одно колесо $P_{ст.мин}$. Н. [4]

$$P_{ст.мин}=G_{Г} \cdot 1,1/4. \quad (62)$$

$$P_{ст.мин}=19600 \cdot 1,1/4=5390 \text{ Н}$$

По [1 с 56] выбираем диаметр колеса $D=250$ мм, с максимальной статической нагрузкой $[P_{к.мах}]=30000$ Н.

По рекомендациям выбираем колёсные установки: приводную колёсную установку К2РП-250 исполнения 1 и не приводную К2Р-250, со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.2.1 Технические характеристики колёсной установки К2РП-250

Диаметр колеса, мм	Диаметр конца вала, мм	Диаметр цапфы, мм	Ширина дорожки, мм	Число реборд, мм	Масса приводной установки, кг	Масса не приводной установки, кг
250	45	60	70	2	54,24	52,44

2.2.3 Выбор подтележечного рельса

По рассчитанной статической нагрузке и диаметру колеса выбираем рельс Р24 ГОСТ 6368-82 [28].

2.2.4 Сопротивление перемещению тележки

Определим полное сопротивление передвижению тележки в период разгона W , Н[4]

$$W = W_{\text{тр}} + W_y + W_b \quad (63)$$

где $W_{\text{тр}}$ – сопротивление, создаваемое силами трения, Н;

W_y – сопротивления создаваемое уклоном подтележечного пути, Н;

W_b – сопротивление, создаваемое ветром, Н;

Определим сопротивление, создаваемое силами трения $W_{\text{тр}}$. Н.

$$W_{\text{тр}} = (G_{\text{т}} + G_{\text{гр}}) \cdot ((2\mu + f d_{\text{ц}}) / D) \cdot k_{\text{доп}} \quad (64)$$

где μ – коэффициент трения качения колеса по рельсу, мм. $\mu = 0,4$ мм;

f – приведённый коэффициент трения скольжения в подшипниках колёс.

$f = 0,015$;

$k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительных сопротивлений, $k_{\text{доп}} = 1,2$.

$$W_{\text{тр}} = (39800 + 19600) \cdot ((2 \cdot 0,4 + 0,015 \cdot 75) / 250) \cdot 1,2 = 548,8 \text{ Н}$$

Определим сопротивление создаваемое уклоном подтележечного пути

W_y , Н

$$W_y = \alpha(G_T + G_{Гр}). \quad (65)$$

где α – уклон подтележечного пути, $\alpha=0,002$.

$$W_y = 0,002(39800 + 19600) = 118,8 \text{ Н}$$

Определим сопротивление, создаваемое ветром, Н. Поскольку кран работает в помещении ветровая нагрузка равна $W_B=0$ Н.

Подставляя полученные значения получаем

$$W = 548,8 + 118,8 + 0 = 667,6 \text{ Н}$$

2.2.5 Выбор двигателя

Определим необходимую мощность двигателя N , Вт

$$N = Wv / \eta_{прс}. \quad (66)$$

где $\eta_{пр}$ – предварительное значение к.п.д. механизма, $\eta_{пр}=0,85$;

c - количество двигателей, $c=1$.

$$N = 667,6 \cdot 0,8 / (0,85 \cdot 1) = 628 \text{ Вт}$$

По рассчитанной мощности двигателя, по условию времени разгона выбираем двигатель марки МТФ-011-6 ТУ 16-93 ИРАК.526132.013 ТУ , со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.2.2 Технические характеристики электродвигателя МТН 111-6.

Тип двигателя	Мощность при ПВ 40%, Вт	Частота вращения, c^{-1}	Отношение максимального момента к номинальному	Диаметр вала, мм	Момент инерции ротора J_p , $кг \cdot м^2$
МТФ-011-6	1400	14,75	2,0	28	0,085

2.2.6 Выбор редуктора

Определим частоту вращения колеса n_k , c^{-1} . [3]

$$n_k = v / (\pi D). \quad (67)$$

$$n_k=0,8/(3,14 \cdot 0,25)=1,02 \text{ с}^{-1}$$

Определим требуемое передаточное число редуктора U_p

$$U_p=n_{дв}/n_k. \quad (68)$$

$$U_p=14,75/1,02=14,4$$

Определим коэффициент переменной нагрузки K_Q .

$$K_Q=\sqrt[3]{K_m}. \quad (69)$$

где K_m – коэффициент распределения нагрузок, $K_m=0,2$

$$K_Q=\sqrt[3]{0,2}=0,58$$

Определим частоту вращения тихоходного вала редуктора $n_{тих}$. с^{-1} .

$$n_{тих}=n_k u_M. \quad (70)$$

где u_M – передаточное число муфты, $u_M=1$.

$$n_{тих}=1,02 \cdot 1=1,02 \text{ с}^{-1}$$

Определим число циклов нагружения z_m .

$$z_m=1800 n_{тих} t_{маш}. \quad (71)$$

$$z_m=1800 \cdot 1,02 \cdot 6300=11566800$$

Определим суммарное число циклов контактных напряжений зуба шестерни тихоходной ступени редуктора z_M .

$$z_M=z_m \cdot u_T. \quad (72)$$

где u_T – передаточное число тихоходной ступени, $u_T=5$

$$z_M=11566800 \cdot 5=57,8 \cdot 10^6$$

Определим коэффициент срока службы K_t .

$$K_t=\sqrt[3]{z_M/z_0}. \quad (73)$$

где z_0 – базовое число циклов контактных напряжений, $z_0=125 \cdot 10^6$.

$$K_t=\sqrt[3]{57,8 \cdot 10^6/125 \cdot 10^6}=0,77$$

Коэффициент долговечности K_d .

$$K_d=K_Q K_t. \quad (74)$$

$$K_d=0,58 \cdot 0,77=0,44$$

Определим расчётный крутящий момент T_p , Нм.

$$T_p = T_{дв.мах} u_p \eta_p \quad (75)$$

где $T_{дв.мах}$ – максимальный момент двигателя, Нм. $T_{дв.мах} = 78,4$ Нм;

u_p – передаточное число редуктора, $u_p = 12,5$;

η_p – к.п.д. редуктора, $\eta_p = 0,94$.

$$T_p = 78,4 \cdot 12,5 \cdot 0,94 = 960 \text{ Нм}$$

Определим расчётный эквивалентный момент $T_{p,э}$. Нм.

$$T_{p,э} = K_d \cdot T_p \quad (76)$$

$$T_{p,э} = 0,44 \cdot 960 = 422 \text{ Нм}$$

По рассчитанному эквивалентному моменту и необходимому передаточному числу, по каталогу завода изготовителя выбираем двухступенчатый цилиндрический редуктор ВК-350 ГОСТ 15150

Таблица 2.2.3 Основные технические характеристики двухступенчатого цилиндрического редуктора ВК-350.

Типоразмер редуктора	Передаточное число	Крутящий момент, Нм	Масса редуктора, кг	Диаметры валов, мм	
				Входной вал	Выходной вал
ВК-350	12,5	1500	73	30	35

2.2.7 Выбор тормоза

Поскольку скорость передвижения груза составляет $v = 0,8$ м/с, необходимо установить тормозное устройство.

Определим расчётный тормозной момент $T_{т.р.мех}$. Нм

$$T_{т.р.} = (W_y - W_{тр}) \frac{D_k \eta}{2u} + \frac{n_{дв}}{9,55 t_t} \left[1,2 (J_p + J_M) + \frac{(Q + m_k) D_k^2 \eta}{4u^2} \right] \quad (77)$$

где W_y - сопротивление движению от уклона пути, Н;

$W_{тр}$ - сопротивление от трения в ходовых частях на прямолинейном участке пути, Н;

t_T - время торможения, с;

J_p - момент инерции ротора двигателя, кг·м². $J_p = 0,085$ кг·м² ;

J_M - момент инерции муфты на валу двигателя, кг·м². $J_M = 0,002$ кг·м² ;

m_k - масса колеса, кг. $m_k = 30$ кг.

Рассчитаем сопротивление движению от уклона пути W_y , Н

$$W_y = (G + G_T) * i. \quad (78)$$

где i - уклон пути, для мостовых кранов $i = 0,001$;

$$W_y = (39800 + 19600) \cdot 0,001 = 59,4 \text{ Нм}$$

Определим сопротивление от трения в ходовых частях на прямолинейном участке пути $W_{тр}$, Нм [4]

$$W_{тр} = (G + G_T) \frac{\mu_{ц} d_{ц} + 2f}{D_k} * k_p. \quad (79)$$

где $\mu_{ц}$ - коэффициент трения подшипников, приведённый к цапфе колеса, $\mu_{ц} = 0,01$;

f - коэффициент трения качения, $f = 0,4$;

k_p - коэффициент, учитывающий трение реборд и ступиц колёс, $k_p = 2$.

$$W_{тр} = (39800 + 19600) \frac{0,01 \cdot 60 + 2 \cdot 0,4}{250} * 2 = 665 \text{ Нм}$$

Рассчитаем время торможения t_T , с

$$t_T = 2S_T / v_{кр} \quad (80)$$

где $v_{кр}$ - критическая скорость, м/с, принимаем равной $v_{кр} = 0,8$ м/с.

S_T - тормозной путь, м.

Рассчитаем тормозной путь S_T , м.

$$S_T = v_{кр}^2 / 6000. \quad (81)$$

где $v_{кр}$ - критическая скорость, м/с, здесь принимаем равной $v_{кр} = 48$ м/с.

$$S_T = 48^2 / 6000 = 0,384 \text{ м.}$$

$$t_T = 2 \cdot 0,384 / 0,8 = 1 \text{ с}$$

Подставляя полученные значения получим

$$T_{T.p.} = (59,4 - 665) \frac{0,250 \cdot 0,98}{2 \cdot 12,5} + \frac{14,75}{9,55 \cdot 1} [1,2(0,085 + 0,002) + \frac{(5000 + 30)0,250^2 \cdot 0,98}{4 \cdot 12,5^2}] =$$

$$= -4,8 \text{ Нм}$$

Т.к. было получено отрицательное значение тормозного момента, тормоз не требуется, но устанавливаем тормоз ТКП-200 ТУ 3178-003-11523712-94, со следующими техническими характеристиками.

Таблица 2.2.4 Технические характеристики тормоза ТКП-200.

Наименование	Тормозной момент, Нм	Диаметр тормозного шкива, мм
ТКП-200	122	200

2.3 Анализ готового изделия

2.3.1 Особенности планировки цеха

В ходе разработки изделия необходимо учитывать место, в которой оно будет эксплуатироваться, в данном случае данная конструкция разрабатывалась для 105 аудитории 16А корпуса. Площадь занимаемой территории составляет 289м². Главным условием для изделия во время разработки являлись габариты, и конструкции, и гидроабразивного станка. В итоге получилось, что с условиями цеха, стеллаж имеет габариты 3700х3900х3800мм. Станок же имеет габариты 5700х2700х370мм. К тому же необходимо расположить оборудование так, чтобы оставался свободный проход, для персонала. Расположение оборудования на площади цеха или участка определяется в основном технологическим процессом и местными условиями. При автоматизированном производстве оборудование размещается по ходу технологического процесса в единую цепочку с соблюдением расстояний между оборудованием и конструктивными элементами здания. На автоматических и поточных линиях большой протяженности для

перехода с одной стороны линии на другую устраивают переходные мостики.

Расстояние между станком и конструкцией описано в СНиП 12-03-99. По нормативному документу заявлено, что между металлообрабатывающими станками, необходимо выдерживать расстояние в 1 метр, но в условиях работы, данное расстояние увеличено до 1,2-1,5 метров, для удобства съема и установки материала.

Следующим действием необходимо обеспечить соответствующие крепление стеллажа. В данных условиях он нормируется по ГОСТ Р 55525-2017. С учетом максимальной загрузки на одну кассету, которая составляет 5 тонн, тем самым суммарная нагрузка, которую выдерживает сам стеллаж, 25 тонн. По ГОСТу было выбрано крепление при помощи анкерных болтов по бетону М20х160.

2.3.2 Достоинства конструкции

Главным достоинством данного изделия, от конкурентов на рынке, является разнообразие материалов для обработки, достигнутая за счет подбора оснастки, задействующие почти весь спектр материалов, а именно: керамическую плитку, керамогранит, черные и цветные металлы, а также их сплавы (в том числе медь, никель, латунь, алюминий, магний, титан и их сплавы), труднообрабатываемые легированные стали и сплавы (в том числе жаропрочные и нержавеющие), композитные, пористые, сотовые, пеноматериалы, резина, природные и искусственные камни, керамические материалы (плитка, гранит, мрамор и т.п.). Бетон и железобетон. Для этого был сделан анализ рынка и выбраны данные типы захватов:

- Грузозахватные магнитные захваты МГР-2000 с габаритами 359х172х255 мм и грузоподъемностью 2,5 тонны
- Вакуумный захват Vacuboy с габаритами 1100х1000х460 мм и грузоподъемностью до 4 тонн

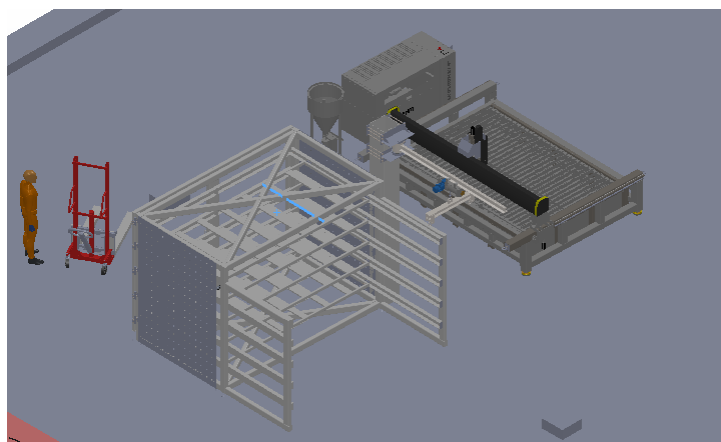
- Горизонтальные захваты для листового металла НРС-30 грузоподъемностью 3 тонны.

Недостатками в данной конструкции все же является не соблюдение одной из главных потребностей, это разборность изделия, некоторая часть изготавливается при помощи сварки, а именно рама конструкции и двери, что в дальнейшем может быть не удобно в изменениях в планировке

2.3.3 3D модель разработки



Рисунок 2.3.3.1 Автоматизированный стеллаж



Вывод по разделу

В конструкторско-расчетной части были приведены основные расчеты и подбор параметров, необходимых для изготовления частей конструкции и подбора стандартных изделий. А также проведен анализ достоинств и недостатков данной конструкции с учетом габаритов оборудования и возможностей цеха. Данная конструкция по моему мнению предлагает более удобный способ работы с заготовками и материалом, что делает работу сотрудника более производительным и не подвержен каким-либо опасностям во время работы.

3.ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Введение

Интенсификация производства в подъемно-транспортном машиностроении возможна лишь в направлении совершенствования форм и методов серийного производства.

Совершенствованию производственных процессов и повышению их эффективности способствует проведение работ по повышению технологичности конструкций.

Прогрессивным направлением в развитии технологии в подъемно-транспортном машиностроении является повышение качества заготовок для деталей машин, повышение технического уровня производства в заготовительных цехах.

Повышение эффективности операций механической обработки связаны с разработкой высокопроизводительных схем станочных операций, построенных по принципу концентрации и предусматривающих использование технологической оснастки.

3.1 Техническое задание

Разработать технологический процесс изготовления детали. Чертеж детали предоставлен в А3

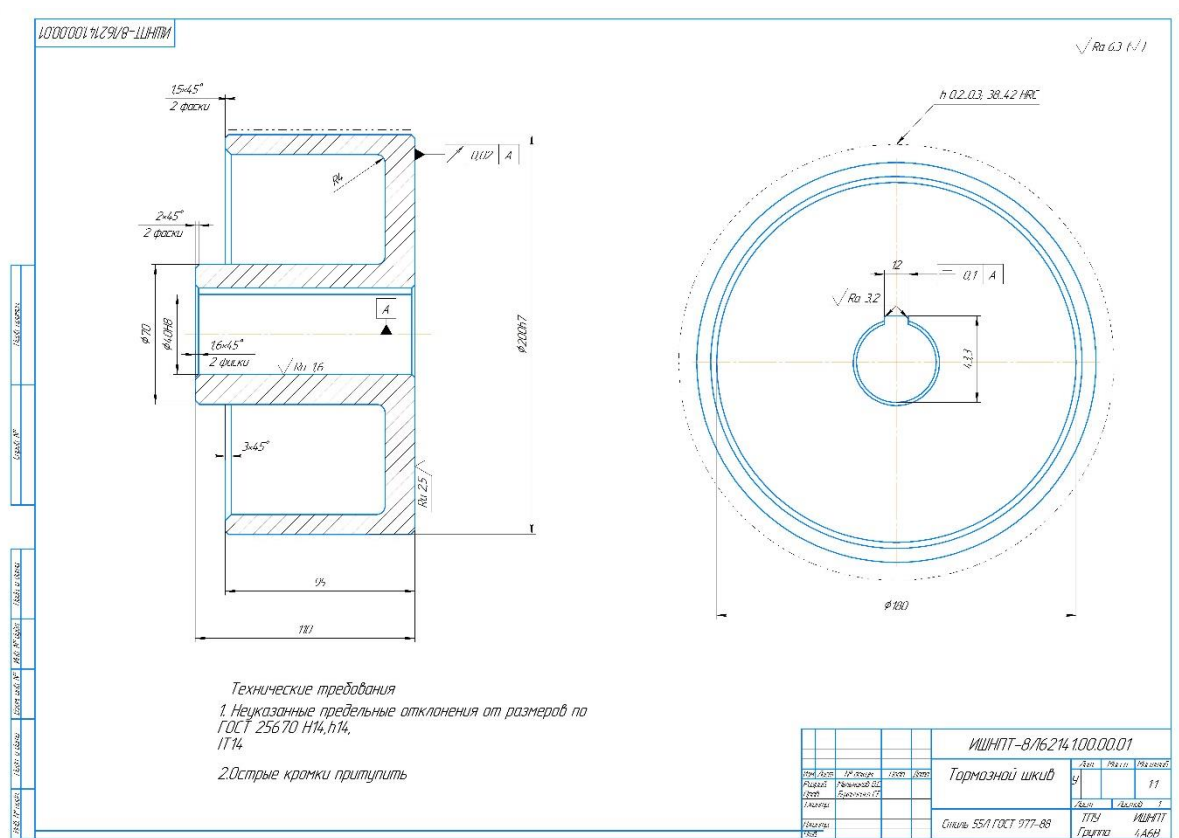


Рис 3.1 чертеж детали

3.1 Выбор заготовки и материала шкива тормозного

Шкивы трмозные изготавлиют преимущественно из стали 55Л (ГОСТ 977-65) литьем в песчаную форму, без отверстия. Вся отливка размещается в нижней опоке, вниз полостью, которая образуется одним кольцевым стержнем. Плоскость разъема формы совпадает с торцевой плоскостью шкива. Стальная отливка имеет массивную прибыль, и ее на ряде заводов удаляют на фрезерном станке в заготовительном цехе.

3.2 Технические требования

Наружную поверхность тормозного шкива для повышения срока службы подвергают поверхностной закалке на глубину 0,2-0,3 мм до твердости *HRC* 38...52 и шлифуют с обеспечением шероховатости поверхности 1,25 мкм при обработке по 11-му качеству. Посадочное отверстие выполняют по 7-му качеству при чистоте поверхности 6-го класса. Должна быть соблюдена

соосность наружной поверхности с посадочным отверстием (радиальное биение не более 0,08 мм), торцовое биение шкива не более 0,02 мм на 100 мм радиуса.

Отверстия в шкивах для соединения с зубчатыми муфтами на чистых болтах обрабатывают по 7—9-му квалитетам при высокой точности расположения; отверстия для соединения с пальцевыми муфтами обрабатывают по 11-му квалитету.

3.3 Маршрут обработки

Технологический маршрут включает следующие основные операции:

Операция 05 Токарная —станок 1П365

Предварительная обработка с открытой стороны при установке в четырехкулачковом патроне с выверкой и закреплением и зоне дна шкива. Отрезаются остатки прибыли, и подрезается торец, обтачивается обод, растачивается внутренняя стенка обода, подрезается дно камеры и обтачивается ступица. В некоторых случаях на заводах считают целесообразным удалить, прибыль в отдельной операции, предшествующей точению, выполняемой на вертикально-фрезерном станке.

Операции 10 Токарная —станок 1П365

Обработка оставшегося участка обода, подрезка наружного торца дна, обработка отверстия и выточек. Установка в трехкулачковом патроне. Револьверная наладка уплотняется за счет одновременного выполнения переходов обтачивания обода.

Операция 15 Токарная —станок 1П365

Окончательная обработка посадочного отверстия. Выполняется по-разному в зависимости от его формы и размера шкива. Цилиндрическое отверстие диаметром до 40—45 мм обрабатывается протягиванием при малой трудоемкости ($T_{шт} — 2—3$ мин).

Цилиндрическое отверстие большего размера окончательно обрабатывается в составе револьверной операции путем растачивания н

двухкратного развертывания. Операция требует 15—30 мин/шт в зависимости от размера отверстия.

Операция 20 *Протяжная* — станок 7Б55У

Протягивание шпоночного паза на горизонтально-протяжном станке при установке на адаптере.

Операция 25 *Токарная* — станок 1П365

Окончательная обработка торцевой и наружной поверхностей обода по 4-му классу точности с припуском под последующее шлифование. Деталь устанавливается на цилиндрической оправке со шпонкой.

По выполнении операции контролируется биение торца относительно оси отверстия; допускаемое отклонение 0,025 мм на радиусе 100 мм.

Операция 30 *Термическая обработка*

Закалка т. в. ч. на глубину 0,2—0,3 мм, твердость после отпуска *HRC* 38—42. Поверхностная закалка тормозного шкива диаметром 200 выполняется при следующих условиях.

Шкив устанавливается на цилиндрическую шпиндельную оправку и приводится во вращение. Индуктор располагается по образующей (с небольшим углом) на расстоянии 1,5 мм от поверхности обода. Температура закалки 900—960° С, температура охлаждающей воды 15—20° С, деталь закаливается на одном обороте шкива; скорость вращения детали 6—8 мм/сек. После закалки тормозные шкивы подвергаются отпуску в электропечи при температуре 480—520° С в течение 2—2,5 ч. Твердость контролируется в четырех местах.

Операция 35 *Шлифовальная* — обработка наружной поверхности по 7-му классу чистоты, с обеспечением соосности с посадочным отверстием. Деталь устанавливается на центральной оправке.

3.4 Расчет припусков на обработку тормозного шкива

Рассчитаем припуски на обработку и промежуточные предельные размеры на поверхность диаметр -200h7.

Номинальный размер диаметр 200_{-0,04} мм.

На остальные обрабатываемые поверхности назначить припуски и допуски по таблицам ГОСТ 1855-55.

Заготовка - стальная фасонная отливка по ГОСТ 2009-55 шестому классу точности

Масса заготовки - 13 кг

Технологический маршрут обработки поверхности диаметр 200h7 состоит из обтачивания лезвийным инструментом: черного и чистового и шлифования абразивным кругом. Обработка производится на токарно-револьверном станке 1П365 и круглошлифовальном станке ЗТ160 при закреплении на центральной оправке.

Технологический маршрут обработки записываем в расчетную таблицу, там же записываем соответствующие заготовке и каждому технологическому переходу значения элементов припуска.

Таблица 3.4.1 Припуски и предельные размеры по технологическим переходам на обработку поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$	Предельный размер		Допуск δ , мм	$2Z_{\min}^{np}$	$2Z_{\max}^{np}$	Расчетный размер, D _r
	R _z	T	ρ	ε		D _{min}	D _{max}				
заготовка	240	340	735	-	-	203,4	200,4	500	-	-	203,4
Обтачивание черновое	50	50	44	128	2x1326	200,57	200,92	350	2470	3120	200,57
Обтачивание чистовое	30	30	29	109	2x218	200,14	200,3	160	430	620	200,14
Шлифование	5	15	-	6,4	2x89	199,96	200	40	180	300	199,96
Итого:									3080	4040	

Припуском на обработку называют слой металла, который удаляется с поверхности обработки резанием.

Припуск на черновую обработку поверхности:

$$2z_{\min} = 2(Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1} + \varepsilon_i^2})$$

Rz_{i-1} – высота шероховатостей, мкм;

T_{i-1} – толщина дефектного слоя;

ρ – остаточное пространство отклонения;

ε – погрешность закрепления;

Для отливки I класса с габаритным размером не более 1250 [5 с. 63].

$$Rz_0 + T_0 = 600 \text{ мкм}$$

Суммарное значение пространственных отклонений

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2} = \sqrt{200^2 + 707^2} = 735 \text{ мм}$$

$$\rho_{Д} = \rho_{кор} = \Delta k \cdot D = 1 \cdot 200 = 200 \text{ мкм}$$

$\Delta k = 1 \text{ мкм}$ – удельная кривизна заготовки;

$$\rho_c = \delta_b = 1 \text{ мм}$$

Тогда пространственное отклонение

$$\rho = \sqrt{\left(\frac{\delta_a}{2}\right)^2 + \left(\frac{\delta_z}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{1000}{2}\right)^2 + \left(\frac{1000}{2}\right)^2} = 707 \text{ мкм}$$

Где

δ_a, δ_z – допуски поверхности для литой заготовки 2 класса точности 14 качества

Допуск на поверхности, используемые в качестве базовых – находим по соответствующему качеству для диаметра 200h7 [6.табл. 21. с.395]. Номер качества определяем по табл. 3.1 [6. с. 150]

Заготовка - 1000 мкм

Обтачивание:

черновое - 12 качество - 630 мкм

чистовое - 10 качество - 160 мкм

шлифование - 7 квалитет - 40 мкм

Остаточное предварительное отклонение:

-после черного обтачивания:

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho = 0,06 \cdot 735 = 44 \text{ мкм}$$

$k_y = 0,06$ и – коэффициент уточнения формы

-после черного обтачивания:

$$\rho_{ост} = k_y \cdot \rho = 0,04 \cdot 735 = 29 \text{ мкм}$$

$k_o = 0,04$ и – коэффициент уточнения формы

ε_y - погрешность установки

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}$$

Где

ε_6 – погрешность базирования

$$\varepsilon_y = 1 \times tg = 110 \times 0,0004 = 0,044 = 44 \text{ мкм}$$

ε_3 – погрешность закрепления

$\varepsilon_3 = 120 \text{ мкм}$ (литье, закрепление в четырехкулачковом патроне)

$\varepsilon_3 = 100 \text{ мкм}$ (чисто обработанная, установка в зажимное приспособление с пневматическим зажимом)

$$\varepsilon_1 = \sqrt{44^2 + 120^2} = 128 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_2 = \sqrt{44^2 + 100^2} = 109 \text{ мкм}$$

$$\varepsilon_3 = 0,05 \times \varepsilon_1 + \varepsilon_{инд} = 0,05 \times 128 + 0 = 6,4 \text{ мкм}$$

Минимальный припуск:

-под черновое обтачивание

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(240 + 340 + \sqrt{735^2 + 128^2} \right) = 2 \cdot 1326 \text{ мкм}$$

-под чистовое обтачивание

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(50 + 50 + \sqrt{44^2 + 109^2} \right) = 2 \cdot 218 \text{ мкм}$$

-под шлифование

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(30 + 30 + \sqrt{29^2 + 6.4^2} \right) = 2 \cdot 89 \text{ мкм}$$

Графу «расчетный размер D_r » заполняем, начиная с конечного (чертежного) размера путем последовательного прибавления расчетного минимального припуска каждого технологического перехода (для $\text{Ø}200\text{h}7$ допуск $0 \dots -40$ мкм), расчетный размер - находим по предельному отклонению $\text{h}7$:

$$D_3 = 200 - 0,04 = 199,96 \text{ мм}$$

$$D_2 = 199,96 - 0,178 = 200,14 \text{ мм}$$

$$D_1 = 200,14 - 0,434 = 200,57 \text{ мм}$$

$$D_{\text{заг}} = 200,57 - 2,472 = 203,04 \text{ мм}$$

В графе «наименьший предельный размер» получается по расчетным размерам :

$$D_{\min 3} = 199,96 \text{ мм}$$

$$D_{\min 2} = 200,14 \text{ мм}$$

$$D_{\min 1} = 200,57 \text{ мм}$$

$$D_{\min \text{заг}} = 203,04 \text{ мм}$$

Наибольшие предельные размеры вычисляем прибавление допуска к наименьшему предельному размеру:

$$D_{\max 3} = 199,96 + 0,04 = 200 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 200,14 + 0,16 = 200,30 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 200,57 + 0,35 = 200,92 \text{ мм}$$

$$D_{\max \text{заг}} = 203,54 + 1,0 = 204,04 \text{ мм}$$

Предельные значения припусков z_{\min}^{np} определяем как разность наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$2 \cdot z_{\min 1}^{np} = 203,04 - 200,57 = 2,47 \text{ мм} = 2470 \text{ мкм} ;$$

$$2 \cdot z_{\min 2}^{np} = 200,57 - 200,14 = 0,43 \text{ мм} = 430 \text{ мкм} ;$$

$$2 \cdot z_{\min 3}^{np} = 200,14 - 199,96 = 0,18 \text{ мм} = 180 \text{ мкм}$$

Аналогично определяем предельные значения припусков z_{\max}^{np}

$$2 \cdot z_{\max 1}^{np} = 204,04 - 200,92 = 3,12 \text{ мм} = 3120 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\max 2}^{np} = 204,04 - 200,92 = 3,12 \text{ мм} = 3120 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\max 3}^{np} = 200,3 - 200,0 = 0,3 \text{ мм} = 300 \text{ мкм}$$

Общие припуски $z_{0\min}$ и $z_{0\max}$ рассчитываем, суммируя промежуточные припуски:

$$z_{\min 0} = 2470 + 430 + 180 = 3080 \text{ мкм}$$

$$z_{\max 0} = 3120 + 620 + 300 = 4040 \text{ мкм}$$

Проверка правильности:

$$2 \cdot z_{\max 3}^{np} - 2 \cdot z_{\min 3}^{np} = 300 - 180 = 120 \text{ мкм}$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 160 - 40 = 120 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\max 2}^{np} - 2 \cdot z_{\min 2}^{np} = 620 - 430 = 190 \text{ мкм}$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 350 - 160 = 190 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\max 1}^{np} - 2 \cdot z_{\min 1}^{np} = 3120 - 2470 = 650 \text{ мкм}$$

$$\delta_{заг} - \delta_1 = 1000 - 350 = 650 \text{ мкм}$$

На основании данных расчета строим схему графического расположения припусков и допусков по обработке поверхности обода тормозного шкива $\varnothing 200h7$

На остальные обрабатываемые поверхности припуски и допуски выбираем по таблицам (ГОСТ 1855-55) и записываем их значения в табл. 3.2

Таблица 3.4.2 **Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности**

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
2	101	3	$\pm 0,30$
3	98	3	$\pm 0,30$

1	2	3	4
4	Ø 74	2	± 0,20
5	Ø 176	2	± 0,20
6	113	3	± 0,30
7	110	3,019	+0,039 -0,000

3.5 Расчет режимов резания

Операция 05

Станок - токарно-револьверный 1П 365 [б. табл. 4.4. с. 159]

- диаметр обрабатываемой заготовки (максимальный) - 500 мм
- длина заготовки (максимальная) - 200 мм
- обороты. об/мин - 34,48,66,136, 188,274,385, 530, 777,1080, 1500;
- подачи. мм/об - 0,9; 0,12; 0,17; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,35,
- мощность кВт — 13

Инструмент - резец проходной прямой по МН 582-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл. 6. с.287), резец упорный отогнутый по МН 577-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл. 3. с.283], резец подрезной отогнутый по МН 592-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл.4. с.284].

Переход №1- подрезка торца ступицы

Исходные данные:

Диаметр обработки:

$D = 74$ мм; $d = 34$ мм

Припуск на обработку: 3 мм

Глубина резания: $t = 3$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{px} = l_{рез} + l_1 + l_2 = \frac{D-d}{2} + l_1 + l_2 = \frac{74-34}{2} + 0 + 1,5 = 21,5 \text{ мм}$$

Где

$l_{ддс}$ - длина резания, мм

l_1 - величина врезания, мм

l_2 - величина перебега, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [6, табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{рез} / l_{px} = 20 / 21,5 = 0,93 > 0,7$ следовательно, $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 83 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 = 97,11 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{табл}$ - табличное значение скорости резания. $V_{табл} = 83$ м/мин при $t = 3$ мм, $s = 0,5$ мм/об [6.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [6. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента.

$K_6 = 0,9$ [6. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1,3$ так как $D_{наим} / D_{наиб} < 0,4$ [6. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 97,11}{3,14 \times 74} = 417,9 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$$n_{пр} = 385 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания :

$$V_{пр} = \frac{\pi \times D \times n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \times 74 \times 385}{1000} = 89,4 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = N_{табл} \times \frac{V}{1000} \times K_8 = 5,9 \times \frac{89,4}{100} \times 0,75 = 3,95 \text{ кВт}$$

Где

$N_{табл}$ - условная расчетная мощность, $N_{табл} = 5,9$ кВт при $t=3$ мм, $s = 0,5$ мм/об [3. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [6. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{дв} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка. $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{рх}}{n \times S_0} = \frac{21,5}{385 \times 0,5} = 0,11 \text{ мин}$$

Переход №2- черновое обтачивание обода

Исходные данные:

Диаметр обработки: $D = 203,4$ мм;

Припуск на обработку: 2,4 мм

Глубина резания: $t = 1,2$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{рх} = l_{рез} + l_1 + l_2 = 53 + 0 + 0 = 53 \text{ мм}$$

Где

$l_{ддс}$ -длина резания, мм

l_1 -величина врезания, мм

l_2 -величина перебега, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539]. по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{рез} / l_{рх} = 53/53 = 1 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 120 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 108 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{табл}$ - табличное значение скорости резания, $V_{табл} = 120$ м/мин при $t = 1,2$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б,табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента, $K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1$ так как $D_{наим} / D_{наиб} > 0,7$ [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 108}{3,14 \times 203,4} = 169,4 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{пр} = 188$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{пр} = \frac{\pi \times D \times n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \times 203,4 \times 188}{1000} = 89,4 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = N_{табл} \times \frac{V}{100} \times K_8 = 2,5 \times \frac{119,9}{100} \times 0,75 = 2,2 \text{ кВт}$$

Где

$N_{табл}$ - условная расчетная мощность, $N_{табл} = 2,5 \text{ кВт}$ при $t=1,2 \text{ мм}$,
 $s=0,5 \text{ мм/об}$ [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{дв} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{рх}}{n \times S_0} = \frac{53}{188 \times 0,5} = 0,56 \text{ мин}$$

Переход №3- растачивание внутренней стенки обода

Исходные данные:

Диаметр обработки: $D = 176 \text{ мм}$;

Припуск на обработку: 2 мм

Глубина резания: $t = 2 \text{ мм}$

Длина рабочего хода

$$l_{рх} = l_{рез} + l_1 + l_2 = 80 + 0 + 0 = 80 \text{ мм}$$

Где

$l_{рез}$ -длина резания,мм

l_1 -величина врезания,мм

l_2 -величина перебега,мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6 \text{ мм/об}$ [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{\text{рез}} / l_{\text{рх}} = 80/80 = 1 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{\text{рез}} = V_{\text{табл}} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 90 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 81 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{\text{табл}}$ - табличное значение скорости резания, $V_{\text{табл}} = 90$ м/мин при $t = 2$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента, $K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1$ так как $D > 75$ мм [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 81}{3,14 \times 176} = 146,6 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{\text{пр}} = 188$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \times 176 \times 188}{1000} = 103,9 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \times \frac{V}{100} \times K_8 = 4 \times \frac{103,9}{100} \times 0,75 = 3,1 \text{ кВт}$$

Где

$N_{\text{табл}}$ - условная расчетная мощность, $N_{\text{табл}} = 4$ кВт при $t = 2$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{об} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{рх}}{n \times S_0} = \frac{80}{188 \times 0,5} = 0,85 \text{ мин}$$

Переход №4- обтачивание ступицы

Исходные данные:

Диаметр обработки: $D = 74$ мм;

Припуск на обработку: 2 мм

Глубина резания: $t = 2$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{рх} = l_{рез} + l_1 + l_2 = 92 + 0 + 0 = 92 \text{ мм}$$

Где

$l_{рез}$ -длина резания,мм

l_1 -величина врезания,мм

l_2 -величина перебега,мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{рез} / l_{рх} = 92/92 = 1 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 90 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 81 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{табл}$ - табличное значение скорости резания, $V_{табл} = 90$ м/мин при $t = 2$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента, $K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1$ так как $D > 75$ мм [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 81}{3,14 \times 74} = 348,5 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{пр} = 385$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{пр} = \frac{\pi \times D \times n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \times 74 \times 385}{1000} = 89,4 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = N_{табл} \times \frac{V}{100} \times K_8 = 4 \times \frac{89,4}{100} \times 0,75 = 2,68 \text{ кВт}$$

Где

$N_{табл}$ - условная расчетная мощность, $N_{табл} = 4$ кВт при $t = 2$ мм.

$s = 0,5$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 - поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{дв} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η - КПД станка, $\eta = 0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{рх}}{n \times S_0} = \frac{92}{385 \times 0,5} = 0,47 \text{ мин}$$

Переход №5- подрезка торца обода

Исходные данные:

Диаметр обработки: $D = 200,57$ мм; $d = 180$ мм

Припуск на обработку: 3 мм

Глубина резания: $t = 3$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{px} = l_{рез} + l_1 + l_2 = \frac{D-d}{2} + l_1 + l_2 = \frac{200,57-180}{2} + 0 + 1,5 = 11,78 \text{ мм}$$

Где

$l_{ддс}$ - длина резания, мм

l_1 - величина врезания, мм

l_2 - величина перебега, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{рез} / l_{px} = 10,285 / 11,78 = 0,87 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 83 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 74,7 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{табл}$ - табличное значение скорости резания, $V_{табл} = 83$ м/мин при $t = 3$ мм, $s = 0,5$ мм/об [3. табл. 8А-5. с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента, $K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1$ так как $D_{наим} / D_{наиб} > 0,7$ [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 74,7}{3,14 \times 200,57} = 118,6 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$$n_{пр} = 136 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания :

$$V_{пр} = \frac{\pi \times D \times n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \times 200,57 \times 136}{1000} = 85,7 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = N_{табл} \times \frac{V}{100} \times K_8 = 5,9 \times \frac{85,7}{100} \times 0,75 = 3,79 \text{ кВт}$$

Где

$N_{табл}$ - условная расчетная мощность, $N_{табл} = 5,9$ кВт при $t=3$ мм,
 $s=0,5$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{дв} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{рх}}{n \times S_0} = \frac{10,28}{136 \times 0,5} = 0,15 \text{ мин}$$

Переход №6- подрезка дна камеры

Исходные данные:

Диаметр обработки: $D = 180$ мм; $d=70$ мм

Припуск на обработку: 3 мм

Глубина резания: $t = 3$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{рх} = l_{рез} + l_1 = \frac{D-d}{2} + l_1 = \frac{180-70}{2} + 0 = 55 \text{ мм}$$

Где

$l_{рез}$ -длина резания, мм

l_1 - величина врезания, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{\text{рез}} / l_{\text{рх}} = 55/55 = 1 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{\text{рез}} = V_{\text{табл}} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 83 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,2 = 89,64 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{\text{табл}}$ - табличное значение скорости резания, $V_{\text{табл}} = 83$ м/мин при $t = 3$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал. $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента. $K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки. $K_7 = 1$ так как $D_{\text{наим}} / D_{\text{наиб}} > 0,5 - 0,7$ [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 89,64}{3,14 \times 180} = 158,6 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{\text{пр}} = 188$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \times 180 \times 188}{1000} = 106,3 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \times \frac{V}{100} \times K_8 = 5,9 \times \frac{106,3}{100} \times 0,75 = 4,7 \text{ кВт}$$

Где

$N_{\text{табл}}$ - условная расчетная мощность, $N_{\text{табл}} = 5,9$ кВт при $t=3$ мм.

$s = 0,5$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{об}} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{\text{рх}}}{n \times S_0} = \frac{55}{188 \times 0,5} = 0,59 \text{ мин}$$

Операция 10-токарная

Станок - токарно-револьверный 1П 365 [5. табл. 4.4. с. 159]

- диаметр обрабатываемой заготовки (максимальный) - 500 мм
- длина заготовки (максимальная) - 200 мм
- обороты, об/мин - 34,48,66,136, 188,274,385, 530, 777,1080, 1500;
- подачи, мм/об - 0,9; 0,12; 0,17; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,35,
- мощность кВт — 13

Инструмент - резец проходной прямой по МН 582-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл. 6. с.287], резец упорный отогнутый по МН 577-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл. 3. с.283], резец подрезной отогнутый по МН 592-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл.4. с.284].

Переход №1- подрезка торца ступицы

Исходные данные:

Диаметр обработки:

$$D = 203,4 \text{ мм}; d = 34 \text{ мм}$$

Припуск на обработку: 3 мм

Глубина резания: $t = 3$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{px} = l_{рез} + l_1 + l_2 = \frac{D-d}{2} + l_1 + l_2 = \frac{203,4-34}{2} + 0 + 1,5 = 86,02 \text{ мм}$$

Где

-длина резания, мм

l_1 - величина врезания, мм

l_2 - величина перебега, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{рез} / l_{px} = 84,52 / 86,02 = 0,98 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 83 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 = 97,11 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{табл}$ - табличное значение скорости резания, $V_{табл} = 83$ м/мин при $t = 3$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б. табл. 8А-5. с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента,

$K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1,3$ так как $D_{наим} / D_{наиб} < 0,4$ [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 97,11}{3,14 \times 203,04} = 417,9 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{пр} = 188$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{np} = \frac{\pi \times D \times n_{np}}{1000} = \frac{3,14 \times 203,04 \times 188}{1000} = 119,9 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = N_{табл} \times \frac{V}{1000} \times K_8 = 5,9 \times \frac{119,9}{100} \times 0,75 = 5,3 \text{ кВт}$$

Где

$N_{табл}$ - условная расчетная мощность, $N_{табл} = 5,9$ кВт при $t=3$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{дв} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{px}}{n \times S_0} = \frac{86,02}{188 \times 0,5} = 0,92 \text{ мин}$$

Переход №2- черновое обтачивание обода

Исходные данные:

Диаметр обработки: $D = 203,4$ мм;

Припуск на обработку: 2,4 мм

Глубина резания: $t = 1,2$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{дв} = l_{двс} + l_1 + l_2 = 40 + 0 + 0 = 53 \text{ мм}$$

Где

$l_{двс}$ -длина резания,мм

l_1 -величина врезания,мм

l_2 -величина перебега,мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539]. по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{\text{рез}} / l_{\text{рх}} = 40/40 = 1 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{\text{рез}} = V_{\text{табл}} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 120 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 108 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{\text{табл}}$ - табличное значение скорости резания, $V_{\text{табл}} = 120$ м/мин при $t = 1,2$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал. $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента, $K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1$ так как $D_{\text{наим}} / D_{\text{наиб}} > 0,7$ [б, табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 108}{3,14 \times 203,4} = 169,4 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{\text{пр}} = 188$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \times 203,4 \times 188}{1000} = 89,4 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \times \frac{V}{100} \times K_8 = 2,5 \times \frac{119,9}{100} \times 0,75 = 2,2 \text{ кВт}$$

Где

$N_{\text{табл}}$ - условная расчетная мощность, $N_{\text{табл}} = 2,5 \text{ кВт}$ при $t=1,2 \text{ мм}$,
 $s = 0,5 \text{ мм/об}$ [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{об}} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{\text{рх}}}{n \times S_0} = \frac{40}{188 \times 0,5} = 0,56 \text{ мин}$$

Операция 15-токарная

Станок - токарно-револьверный 1П 365 [5. табл. 4.4. с. 159]

- диаметр обрабатываемой заготовки (максимальный) - 500 мм
- длина заготовки (максимальная) - 200 мм
- обороты, об/мин - 34,48,66,136, 188,274,385, 530, 777,1080, 1500;
- подачи, мм/об - 0,9; 0,12; 0,17; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,35,
- мощность кВт — 13

Инструмент - резец проходной прямой по МН 582-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [б. табл. 6. с.287].

Растачивание посадочного отверстия

Исходные данные:

Диаметр обработки:

$$D = 40 \text{ мм}; d = 34 \text{ мм}$$

Припуск на обработку: 3,025 мм

Глубина резания: $t = 3,025 \text{ мм}$

Длина рабочего хода

$$l_{\text{рх}} = l_{\text{рез}} + l_1 + l_2 = 110 + 2 + 1 = 113 \text{ мм}$$

Где

$l_{\text{ддс}}$ -длина резания,мм

l_1 - величина врезания, мм

l_2 - величина перебега, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5$ мм/об

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{\text{рез}} / l_{\text{рх}} = 110 / 113 = 0,97 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{\text{рез}} = V_{\text{табл}} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 90 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 68,85 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{\text{табл}}$ - табличное значение скорости резания, $V_{\text{табл}} = 90$ м/мин при $t = 3,025$ мм, $s = 0,5$ мм/об [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента.

$K_6 = 0,9$ [б. табл. 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 0,85$ так как $D < 75$ мм [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 68,85}{3,14 \times 40} = 548,1 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$n_{\text{пр}} = 530$ об/мин

Фактическая скорость резания :

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \times 40 \times 530}{1000} = 66,5 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

Где

$N_{\text{табл}}$ - условная расчетная мощность, $N_{\text{табл}} = 5,9$ кВт при $t=3,025$ мм,
 $s = 0,5$ мм/об [6. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$
[6. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{об}} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{\text{рх}}}{n \times S_0} = \frac{113}{530 \times 0,5} = 0,42 \text{ мин}$$

Операция 20 - протяжная

Станок - горизонтально-протяжный 7Б55У [5. табл 4.40, с.194]

- мощность - 17 кВт

- скорость протягивания - 1,5,,11,5 м/мин

- скорость обратного хода - 25 м/мин

Инструмент - протяжка шпоночная по ГОСТ 26479-85, шаг протяжки $t = 12$ мм,
подача на зуб $S_0 = 0,03$ [5. с.194]

Протягивание шпоночного паза 3,3·12·110

Длина рабочего хода:

$$l_{\text{рх}} = l_{\text{рез}} + l_x = 110 + 40 = 150 \text{ мм}$$

Где

$l_{\text{ддс}}$ -длина резания,мм

l_x -величина перебега инструмента в направлении главного движения

$$l_x = 40 \text{ мм}$$

Периметр резания:

$$\sum B = \frac{B \times Z_1}{Z_c} = \frac{18,6 \times 9,2}{1} = 171,12 \text{ мм}$$

Z_c - число зубьев в секции протяжки при генераторной схеме резания,

$$Z_c=1$$

Z_1 - наибольшее число одновременно режущих зубьев

$$Z_1 = \frac{l}{t} = \frac{110}{12} = 9,2$$

B -периметр резания одного зуба

$$B = 2 \times h + b = 2 \times 3,3 + 12 = 18,6 \text{ мм}$$

Принимаем скорость резания для протяжек из быстрорежущей стали

P6M5 - $V_p = 10$ м/мин – $R_a = 3,2...6,3$ мкм [6. табл.52. с.299]

Сила резания

$$P_z = P \times \sum B = 136 \times 171,12 = 23272 \text{ Н}$$

Где

P -сила резания на 1мм, $P=136$ Н/мм [5.табл.54.с300]

Скорость рабочего хода,допускаемая мощность станка :

$$V = \frac{61200 \times N \times \eta}{P_z} = \frac{61200 \times 17 \times 0,8}{23272} = 35,7 \text{ м/мин} > V_p$$

Следовательно станок соответствует требуемым параметрам.

$$T_0 = \left(\frac{l_{px}}{1000 \times V_p} + \frac{l_{px}}{1000 \times V_{обp}} \right) = \left(\frac{150}{1000 \times 10} + \frac{150}{1000 \times 25} \right) = 0,021 \text{ мин}$$

Операция 25-токарная

Станок - токарно-револьверный 1П 365 [5. табл. 4.4. с. 159]

- диаметр обрабатываемой заготовки (максимальный) - 500 мм
- длина заготовки (максимальная) - 200 мм
- обороты, об/мин - 34,48,66,136, 188,274,385, 530, 777,1080, 1500;
- подачи, мм/об - 0,9; 0,12; 0,17; 0,25; 0,35; 0,5; 0,7; 1; 1,35,
- мощность кВт — 13

Инструмент - резец проходной прямой по МН 582-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [6. табл. 6. с.287], резец подрезной отогнутый по МН 592-64 с пластинками из твердого сплава Т5К10 [6. табл..4. с.284].

Растачивание посадочного отверстия

Исходные данные:

Диаметр обработки:

$$D = 200,57 \text{ мм};$$

Припуск на обработку: 0,434 мм

Глубина резания: $t = 0,217 \text{ мм}$

Длина рабочего хода

$$l_{\text{рх}} = l_{\text{рез}} + l_1 + l_2 = 95 + 0 + 1 = 96 \text{ мм}$$

Где

$l_{\text{рез}}$ -длина резания,мм

l_1 -величина врезания,мм

l_2 -величина перебега,мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,6 \text{ мм/об}$ [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение: $S_0 = 0,5 \text{ мм/об}$

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

Где $\lambda = l_{\text{рез}} / l_{\text{рх}} = 95/96 = 0,98 > 0,7$ следовательно $\lambda = 1$

Скорость резания:

$$V_{\text{рез}} = V_{\text{табл}} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 135 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 121,5 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{\text{табл}}$ - табличное значение скорости резания, $V_{\text{табл}} = 135 \text{ м/мин}$ при $t = 0,217 \text{ мм}$, $s = 0,25 \text{ мм/об}$ [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента.

$K_6 = 0,9$ [б, табл, 8А-7. с.541]

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1$ так как $D_{\text{наим}}/D_{\text{наиб}} > 0,7$ [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 121,5}{3,14 \times 200,57} = 192,9 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$$n_{\text{пр}} = 274 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания :

$$V_{\text{пр}} = \frac{\pi \times D \times n_{\text{пр}}}{1000} = \frac{3,14 \times 200,57 \times 274}{1000} = 172,6 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{\text{рез}} = N_{\text{табл}} \times \frac{V}{1000} \times K_8 = 0,3 \times \frac{172,6}{100} \times 0,75 = 0,39 \text{ кВт}$$

Где

$N_{\text{табл}}$ - условная расчетная мощность, $N_{\text{табл}} = 0,3$ кВт при $t=0,217$ мм,
 $s = 0,25$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$
[б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{\text{ст}} = N_{\text{дв}} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

$$\text{Основное время : } T_0 = \frac{l_{\text{рх}}}{n \times S_0} = \frac{96}{274 \times 0,25} = 1,4 \text{ мин}$$

Переход №2- подрезка торца

Исходные данные:

Диаметр обработки:

$$D = 200,14 \text{ мм}; d = 40 \text{ мм}$$

Припуск на обработку: 1 мм

Глубина резания: $t = 1$ мм

Длина рабочего хода

$$l_{px} = l_{рез} + l_1 + l_2 = \frac{D-d}{2} + l_1 + l_2 = \frac{200,14-40}{2} + 0 + 1 = 81,07 \text{ мм}$$

Где

$l_{ддс}$ - длина резания, мм

l_1 - величина врезания, мм

l_2 - величина перебега, мм

Назначаем подачу суппорта на оборот детали $S_0 = 0,4$ мм/об [б. табл. 8А-1. с.539], по паспорту станка принимаем ближайшее стандартное значение:

$$S_0 = 0,35 \text{ мм/об}$$

Период стойкости инструмента:

$$T_M = T_M \cdot \lambda = 50 \cdot 1 = 50 \text{ мин}$$

$$\text{Где } \lambda = l_{рез} / l_{px} = 80,07 / 81,07 = 0,98 > 0,7 \text{ следовательно } \lambda = 1$$

Скорость резания:

$$V_{рез} = V_{табл} \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 = 127 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,3 = 148,6 \text{ м/мин}$$

Где

$V_{табл}$ - табличное значение скорости резания, $V_{табл} = 127$ м/мин при $t = 1$ мм, $s = 0,35$ мм/об [б.табл. 8А-5.с.540]

K_5 - поправочный коэффициент на материал, $K_5 = 1$ [б. табл. 8А-7.с.541]

K_6 - поправочный коэффициент в зависимости от периода стойкости режущего инструмента.

$$K_6 = 0,9 \text{ [б. табл. 8А-7. с.541]}$$

K_7 - поправочный коэффициент в зависимости от вида обработки, $K_7 = 1,3$ так как $D_{наим} / D_{наиб} < 0,4$ [б. табл. 8А-7. с.542]

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 148,6}{3,14 \times 200,14} = 236,5 \text{ об / мин}$$

Согласно паспортным данным станка принимаем частоту вращения шпинделя

$$n_{пр} = 274 \text{ об/мин}$$

Фактическая скорость резания :

$$V_{пр} = \frac{\pi \times D \times n_{пр}}{1000} = \frac{3,14 \times 200,14 \times 274}{1000} = 172,2 \text{ об / мин}$$

Мощность резания:

$$N_{рез} = N_{табл} \times \frac{V}{1000} \times K_8 = 1,5 \times \frac{172,2}{100} \times 0,75 = 1,94 \text{ кВт}$$

Где

$N_{табл}$ - условная расчетная мощность, $N_{табл} = 1,5$ кВт при $t=1$ мм, $s = 0,35$ мм/об [б. табл. 8А-8. с.542]

K_8 -поправочный коэффициент на мощность резания, $K_8 = 0,75$ [б. табл. 8А-9.с.542]

$$N_{ст} = N_{дв} \times \eta = 13 \times 0,8 = 10,4 \text{ кВт}$$

Где η -кпд станка, $\eta=0,8$

Основное время :

$$T_0 = \frac{l_{рх}}{n \times S_0} = \frac{81,07}{274 \times 0,35} = 0,84 \text{ мин}$$

Операция 35 - шлифовальная

Станок - круглошлифовальный ЗТ160 [5. табл. 4.16. с.173]

- частота вращения привода, об/мин - 55,78, 110,156,220, 310,440,620

- подача - 0,1... 3 мм/мин

- мощность - 17 кВт

Инструмент - шлифовальный круг прямого профиля общего назначения, D/B = 400/30, ГОСТ 2424-67 [5. табл. 170. с.253]. Шлифовальный материал, 4А ГОСТ 3642-80

Исходные данные:

- диаметр обработки - 200,14 мм
- припуск - 0,178 мм
- глубина резания - 0,089 мм

$$i = \frac{t}{S_{tx}} = \frac{0,089}{0,0035} = 3$$

Где

S_{tx} - подача на глубину за двойной ход стола, $S_{tx}=0,0035$ мм/ход

Мощность резания

$$N_{рез} = C_N \times V_3^r \times S_p^y \times d^q \times t^x = 0,34 \times 34,6^{0,6} \times 0,009^{0,5} \times 200,14^{0,5} \times 0,089^{0,6} = 2,6 \text{ кВт}$$

Где

C_N -коэффициент при определении мощности, $C_N=0,34$ [5.табл.56.с303]

x,y,r,q-показатели степени [5.табл.56.с303]

x=0,6 , y=0,5 , r=0,6 , q=0,5

$$N_{ст} = N_{об} \times \eta = 17 \times 0,8 = 13,6 \text{ кВт} > N_{рез}$$

Основное время :

$$T_0 = \frac{l_{px} \times i \times k}{n \times S} = \frac{95 \times 3 \times 1,4}{55 \times 6} = 1,2 \text{ мин}$$

где

k-коэффициент на основаное время на выхаживание и доводку шлифования k=1,4

3.6 Расчет технической нормы времени

Операция 05

Перход №1

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,471 + 0,01 + 0,028 = 0,51 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,11 + 0,361 = 0,471 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

T_B - вспомогательное время, мин

$$T_B = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,2 + 0,071 + 0,05 + 0,04 = 0,361 \text{ мин}$$

Где

T_{yc} - время на установку и снятие детали,

$$T_{yc} = 0,2 \text{ мин [2. табл. 5.6. с.199]}$$

$T_{зо}$ - время на закрепление и раскрепление детали,

$$T_{зо} = 0,071 \text{ мин [2, табл. 5.7. с.201]}$$

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [2. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца.

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [2. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали.

$$T_{из} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,0029 + 0,008 = 0,01 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,11 \cdot 1,3 / 50 = 0,0029 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ - время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6.табл 5.17.с209]}$$

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,471 = 0,008 \text{ мин}$$

$T_{от}$ - время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,471 = 0,028 \text{ мин}$$

Переход №2

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,65 + 0,026 + 0,039 = 0,715 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,56 + 0,09 = 0,65 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{уп} + T_{из} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6, табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,015 + 0,011 = 0,026 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,56 \cdot 1,3 / 50 = 0,015 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ - время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6.табл 5.17.с209]}$$

T - стойкость инструмента. мин

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин

$$T_{\text{орг}}=0,017 \cdot T_{\text{оп}}=0,017 \cdot 0,65=0,011 \text{ мин}$$

$T_{\text{от}}$ – время на отдых, мин

$$T_{\text{от}}=0,06 \cdot T_{\text{оп}}=0,06 \cdot 0,65=0,039 \text{ мин}$$

Переход №3

Норма штучного времени, мин

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} = 0,94 + 0,038 + 0,06 = 1,038 \text{ мин}$$

$T_{\text{оп}}$ - оперативное время, мин

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 0,85 + 0,09 = 0,94 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_{\text{в}}$ - вспомогательное время, мин

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уп}} + T_{\text{из}} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{\text{уп}}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{\text{уп}} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [2. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [2. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{\text{из}}$ - время на измерение детали,

$$T_{\text{из}} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{\text{об}}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{\text{об}} = T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} = 0,022 + 0,016 = 0,038 \text{ мин}$$

$T_{\text{тех}}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{\text{тех}} = T_0 \cdot t_{\text{см}} / T = 0,85 \cdot 1,3 / 50 = 0,022 \text{ мин}$$

где

$t_{\text{см}}$ – время на смену инструмента,

$t_{см}=1,3$ мин [6.табл 5.17.с209]

T -стойкость инструмента,мин

$T_{орг}$ —время на организационное обслуживание,мин

$$T_{орг}=0,017 \cdot T_{оп}=0,017 \cdot 0,94=0,016 \text{ мин}$$

$T_{от}$ —время на отдых,мин

$$T_{от}=0,06 \cdot T_{оп}=0,06 \cdot 0,94=0,06 \text{ мин}$$

Переход №4

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,56 + 0,021 + 0,0095 = 0,59 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,47 + 0,09 = 0,56 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{уп} + T_{из} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{уп}$ -время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [2, табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [2. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ -время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ -время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,012 + 0,0095 = 0,021 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{\text{тех}} = T_0 \cdot t_{\text{см}}/T = 0,47 \cdot 1,3/50 = 0,012 \text{ мин}$$

где

$t_{\text{см}}$ – время на смену инструмента,

$$t_{\text{см}} = 1,3 \text{ мин [6.табл 5.17.с209]}$$

T – стойкость инструмента, мин

$T_{\text{орг}}$ – время на организационное обслуживание, мин

$$T_{\text{орг}} = 0,017 \cdot T_{\text{оп}} = 0,017 \cdot 0,56 = 0,0095 \text{ мин}$$

$T_{\text{от}}$ – время на отдых, мин

$$T_{\text{от}} = 0,06 \cdot T_{\text{оп}} = 0,06 \cdot 0,56 = 0,033 \text{ мин}$$

Переход №5

Норма штучного времени, мин

$$T_{\text{шт}} = T_{\text{оп}} + T_{\text{об}} + T_{\text{от}} = 0,24 + 0,008 + 0,014 = 0,262 \text{ мин}$$

$T_{\text{оп}}$ – оперативное время, мин

$$T_{\text{оп}} = T_0 + T_{\text{в}} = 0,15 + 0,09 = 0,24 \text{ мин}$$

где

T_0 – основное время, мин

$T_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин

$$T_{\text{в}} = T_{\text{уп}} + T_{\text{из}} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{\text{уп}}$ – время на приёмы управления, мин

$$T_{\text{уп}} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 – время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [2, табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 – время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [2. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{\text{из}}$ – время на измерение детали,

$$T_{\text{из}} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,0039 + 0,0041 = 0,008 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,15 \cdot 1,3 / 50 = 0,0039 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ – время на смену инструмента,

$t_{см} = 1,3$ мин [2.табл 5.17.с209]

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,24 = 0,0041 \text{ мин}$$

$T_{от}$ – время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,24 = 0,014 \text{ мин}$$

Переход №6

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,68 + 0,027 + 0,027 = 0,747 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,59 + 0,09 = 0,68 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{уп} + T_{из} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6, табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,015 + 0,0012 = 0,027 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,59 \cdot 1,3 / 50 = 0,015 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ – время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6, табл 5.17. с.209]}$$

T - стойкость инструмента. мин

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,68 = 0,012 \text{ мин}$$

$T_{от}$ – время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,68 = 0,04 \text{ мин}$$

Операция 10

Переход №1

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 1,281 + 0,046 + 0,077 = 1,404 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,92 + 0,361 = 1,281 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,2 + 0,071 + 0,05 + 0,04 = 0,361 \text{ мин}$$

Где

T_{yc} -время на установку и снятие детали,

$$T_{yc}=0,2 \text{ мин [6. табл. 5.6. с.199]}$$

$T_{зо}$ -время на закрепление и раскрепление детали,

$$T_{зо} = 0,071 \text{ мин [6. табл. 5.7. с.201]}$$

$T_{уп}$ -время на приёмы управления, мин

$$T_{уп}=t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1= 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца.

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ -время на измерение детали,

$$T_{из} - 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ -время на обслуживание, мин

$$T_{об}=T_{тех} + T_{орг}=0,0039 + 0,0041= 0,008\text{мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см}/T=0,92 \cdot 1,3/50 = 0,024 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ —время на смену инструмента,

$$t_{см}=1,3 \text{ мин [6.табл 5.17.с209]}$$

T -стойкость инструмента,мин

$T_{орг}$ —время на организационное обслуживание,мин

$$T_{орг}=0,017 \cdot T_{оп}=0,017 \cdot 1,281=0,022 \text{ мин}$$

$T_{от}$ —время на отдых,мин

$$T_{от}=0,06 \cdot T_{оп}=0,06 \cdot 1,281=0,077 \text{ мин}$$

Переход №2

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,52 + 0,0188 + 0,031 = 0,56 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,43 + 0,09 = 0,52 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{уп} + T_{из} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,011 + 0,0088 = 0,0188 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,43 \cdot 1,3 / 50 = 0,011 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ - время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6. табл. 5.17. с.209]}$$

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,52 = 0,0088 \text{ мин}$$

$T_{от}$ - время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,52 = 0,031 \text{ мин}$$

Операция 15

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,51 + 0,019 + 0,031 = 0,56 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,42 + 0,09 = 0,51 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{уп} + T_{из} = 0,05 + 0,04 = 0,09 \text{ мин}$$

Где

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,011 + 0,0086 = 0,019 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,42 \cdot 1,3 / 50 = 0,011 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ - время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6. табл 5.17. с.209]}$$

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,51 = 0,0086 \text{ мин}$$

$T_{от}$ – время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,51 = 0,031 \text{ мин}$$

Операция 20

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,50 + 0,00854 + 0,03 = 0,53 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,021 + 0,484 = 0,50 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,119 + 0,135 + 0,05 + 0,18 = 0,484 \text{ мин}$$

Где

$T_{ус}$ - время на установку и снятие детали,

$$T_{ус} = 0,119 \text{ мин [6. табл. 5.6. с.199]}$$

$T_{зо}$ - время на закрепление и раскрепление детали,

$$T_{зо} = 0,135 \text{ мин [6. табл. 5.7. с.201]}$$

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали.

$$T_{из} = 0,18 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,00004 + 0,0085 = 0,00854 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,021 \cdot 0,1 / 50 = 0,00004 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ – время на смену инструмента,

$$t_{см} = 0,1 \text{ мин [6.табл 5.17.с209]}$$

T -стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,50 = 0,085 \text{ мин}$$

$T_{от}$ – время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,50 = 0,030 \text{ мин}$$

Операция 25

Переход №1

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 1,8 + 0,03 + 0,01 = 1,84 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 1,4 + 0,4 = 1,8 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,19 + 0,7 + 0,05 + 0,09 = 0,4 \text{ мин}$$

Где

$T_{ус}$ - время на установку и снятие детали,

$$T_{ус} = 0,19 \text{ мин [6. табл. 5.6. с.199]}$$

$T_{зо}$ - время на закрепление и раскрепление детали,

$$T_{зо} = 0,7 \text{ мин [6. табл. 5.7. с.201]}$$

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,09 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,027 + 0,024 = 0,051 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 1,4 \cdot 1,3 / 50 = 0,036 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ – время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6. табл 5.17. с.209]}$$

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 1,8 = 0,03 \text{ мин}$$

$T_{от}$ – время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 1,8 = 0,01 \text{ мин}$$

Переход №2

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 0,98 + 0,039 + 0,06 = 1,079 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 0,84 + 0,14 = 0,98 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

$T_в$ - вспомогательное время, мин

$$T_в = T_{уп} + T_{из} = 0,05 + 0,09 = 0,014 \text{ мин}$$

Где

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,09 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,022 + 0,017 = 0,039 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 0,84 \cdot 1,3 / 50 = 0,022 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ - время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6. табл. 5.17. с.209]}$$

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 0,98 = 0,017 \text{ мин}$$

$T_{от}$ - время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 0,98 = 0,06 \text{ мин}$$

Операция 35

Норма штучного времени, мин

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{от} = 1,7 + 0,089 + 0,102 = 1,89 \text{ мин}$$

$T_{оп}$ - оперативное время, мин

$$T_{оп} = T_0 + T_в = 1,2 + 0,5 = 1,7 \text{ мин}$$

где

T_0 - основное время, мин

T_B - вспомогательное время, мин

$$T_B = T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из} = 0,19 + 0,135 + 0,05 + 0,13 = 0,5 \text{ мин}$$

Где

T_{yc} - время на установку и снятие детали,

$$T_{yc} = 0,19 \text{ мин [6. табл. 5.6. с.199]}$$

$T_{зо}$ - время на закрепление и раскрепление детали,

$$T_{зо} = 0,135 \text{ мин [6. табл. 5.7. с.201]}$$

$T_{уп}$ - время на приёмы управления, мин

$$T_{уп} = t_1 + t_2 = 0,01 + 0,04 = 0,05 \text{ мин}$$

t_1 - время на включение станка кнопкой,

$$t_1 = 0,01 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

t_2 - время на подвод резца,

$$t_2 = 0,04 \text{ мин [6. табл. 5.8. с.202]}$$

$T_{из}$ - время на измерение детали,

$$T_{из} = 0,13 \text{ мин [6. табл. 5.12. с.207]}$$

$T_{об}$ - время на обслуживание, мин

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} = 0,06 + 0,029 = 0,089 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ - время на техническое обслуживание, мин

$$T_{тех} = T_0 \cdot t_{см} / T = 1,2 \cdot 2,3 / 50 = 0,06 \text{ мин}$$

где

$t_{см}$ - время на смену инструмента,

$$t_{см} = 1,3 \text{ мин [6. табл. 5.17. с.209]}$$

T - стойкость инструмента, мин

$T_{орг}$ - время на организационное обслуживание, мин

$$T_{орг} = 0,017 \cdot T_{оп} = 0,017 \cdot 1,7 = 0,029 \text{ мин}$$

$T_{от}$ - время на отдых, мин

$$T_{от} = 0,06 \cdot T_{оп} = 0,06 \cdot 1,7 = 0,102 \text{ мин}$$

Вывод по разделу

В результате выполнения технологической части был разработан технологический процесс изготовления детали типа «Тормозной шкив», В ходе разработки был проведен ряд действий: выбор заготовки и способ ее получения по ГОСТам и условиям мелкосерийного производства, Рассчитаны продольные и диаметральные припуски для механической обработки и режимы резания, На основании данных расчетов был выбран тип станка и необходимый инструмент, составлена маршрутная карта и карта наладки.

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Мельникову Владиславу Евгеньевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений НИИР	Расчет конкурентоспособности SWOT - анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения НИИР	Структура работ; Определение трудоемкости; Разработка графика проведения исследования,
3. Составление бюджета НИИР	Расчет бюджетной стоимости НИИР
4. Оценка ресурсной эффективности НИИР	Расчет интегрального критерия: Интегральный финансовый показатель разработки; Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки; Интегральные показатели эффективности; Сравнительная эффективность вариантов исполнения,

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Инвестиционный план, Бюджет НИИР
5. Основные показатели эффективности НИИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Вадимовна	к.т.н. доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Мельников Владислав Евгеньевич		13.04.2020

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирования финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках научно-исследовательского проекта. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок,

В связи с тем, что экономика является неотъемлемой, постоянной и динамически развивающейся частью жизни, возникает необходимость непрерывно проводить исследование и мониторинг рынка. Поиск конкурирующих проектов позволяет определить необходимость и значимость новых разработок, а также их эффективность в случае успешной реализации конечного продукта,

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценить перспективность проведения работ и коммерческий потенциал исследования;
- провести расчет трудоемкости выполнения работы;
- составить план комплекса работы;
- рассчитать затраты на проектирование, заработную плату и прочие расходы;
- определить возможные альтернативы проведения научных разработок,

Цель работы – рассмотрение анализа технологической подготовки производства конструкции системы автоматической загрузки листового металла для гидроабразивной резки

4.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

4.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. В роли конкурента выбран производитель – компания «Voeskelt »,Германия .

Таблица 4.1.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Повышение производительности труда	0,11	5	4	0,55	0,44
2. Унифицированность	0,10	3	3	0,3	0,3
3. Надежность	0,10	4	5	0,4	0,5
4. Безопасность	0,10	4	5	0,4	0,5
5. Функциональная возможность	0,09	4	3	0,36	0,27
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	4	0,2	0,2
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	4	0,15	0,2
3. Цена	0,13	4	2	0,52	0,26
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,10	4	4	0,4	0,4
5. Послепродажное обслуживание	0,09	3	2	0,27	0,18
6. Финансирование научной разработки	0,07	3	2	0,21	0,14
7. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	0,03	0,02
Итого	1	44	38	3,79	3,41

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

где B_i – все показатели в долях единицы;

B_i – балл i -го показателя.

В результате проведенного анализа можно сказать, что разработка почти не уступает опытным производителям. Главным конкурентным преимуществом научной разработки является ее низкая стоимость.

4.1.2 SWOT – анализ

Чтобы оценить сильные и слабые стороны проекта во внутренней и внешней среде необходимо произвести SWOT – анализ. Для этого составим SWOT – матрицу, представленную в виде таблицы 3.2.

Таблица 4.1.1 –Матрица SWOT

	Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Наличие финансирования; С3. Квалифицированный персонал; С4. Функциональные возможности разработки С5. Низкая стоимость.	Слабые стороны проекта: Сл1.Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2.Длительность разработки; Сл3.Наличие химико-термической операции; Сл4.Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность изделия.
Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	– В1С5; – В2С1С2; – В3С1С2С3С4; – В4С2С5.	– В1Сл5; – В2Сл2Сл5; – В3Сл1Сл2Сл4;
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Высокие требования к сертификации У3. Прекращение финансирования	– У1С4; – У2С3С4; – У3С2С5.	– У1У2Сл2Сл5; – У2Сл1Сл2.

На пересечении параметров представлен анализ интерактивных таблиц в форме записи сильно конкурирующих факторов. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

4.2 Планирование научно – исследовательских работ

4.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Выполним планирование работ по разработке технологии изготовления опоры барабана. Для этого определим основные этапы работ и исполнителей этих работ. Информация будет сведена в таблицу 4.2.1

Таблица 4.2.1 – Перечень этапов, работы и распределения исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технологического задания	1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с каталогами	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам с заказчиками	Руководитель
Технологическая часть	4	Технологический контроль и анализ технологичности конструкции	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Разработка технологических маршрутов изготовления деталей для конструкции	Инженер
	7	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер
	8	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	9	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер-
	10	Проектирование приспособления	Инженер-
	11	Расчёт погрешностей установки	Инженер-
	12	Подбор и анализ существующих конструкций	Инженер-
	13	Выявление погрешностей в установке	Инженер-
	14	Обеспечение элементов безопасности и надежности в конструкции	Инженер-
Обобщение и оценка результатов	15	Оформление документации в виде, чертежей и пояснительной записки и расчетов , согласованных по ТЗ	Инженер-
	16	Сборка и тестирование готового изделия	Руководитель, инженер

4.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Необходимо определить трудоемкость выполнения работ для обоснованного расчета заработной платы. Для этого сначала определим ожидаемое значение трудоемкости. Затем определим продолжительность работы в рабочих днях.

Что бы определить ожидаемое значение трудоемкости $t_{ож.і}$ воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ож.і} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

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

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

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях T_{pi} воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож.і}}{C_i}$$

где C_i – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для удобства представления информации полученные результаты сведем в таблицу 4.2.2

Таблица 4.2.2 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	t_{mini} , чел,-дн,	t_{maxi} , чел,-дн,	$t_{ож,і}$, чел,-дн,	T_{pi} , раб,-дн,
1	2	3	4	5
1	1	3	1,8	1,8
2	2	3	2,4	2,4

1	2	3	4	5
3	1	2	1,4	1,4
4	1	5	2,6	2,6
5	1	2	1,4	1,4
6	2	4	2,8	1,4
7	1	2	1,4	1,4
8	1	2	1,4	1,4
9	1	2	1,4	1,4
10	2	5	3,2	1,6
11	1	3	1,8	1,8
12	1	3	1,8	1,8
13	2	3	2,4	2,4
14	2	4	2,8	1,4
15	1	3	1,8	1,8
16	2	6	3,6	1,2

4.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для того, чтобы построить график в форме диаграммы Ганта, необходимо длительность работы из рабочих дней, полученных в пункте 4.2.2. перевести в календарные дни. Значения в календарных днях T_{ki} рассчитываются и округляются до целых значений по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал.}$$

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

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

$k_{кал.}$ – коэффициент календарности.

$k_{кал.}$ определяем по формуле:

$$k_{кал.} = \frac{T_{кал.}}{T_{кал.} - (T_{вых.} + T_{пр.})}$$

где $T_{кал.}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых.}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр.}$ – количество праздничных дней в году.

$$k_{\text{кал.}} = \frac{366}{366-118} = 1,48$$

Полученные результаты сведены в таблицу 4.2.3,

Таблица 4.2.3 – Длительность работы в календарных днях

№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
T_{ki} , кол,-дн,	4	5	2	4	2	2	3	2	2	5	3	6	6	4	5	2	10	1

Теперь на основе таблиц 4.2.2 и 4.2.3 построим календарный план-график, представленный в виде таблицы 4.2.4

Таблица 4.2.4 – Календарный план-график разработки

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	T_{ki} , кал,-дн,	Месяц															
				Февраль			Март			Апрель									
				1	2	3	1	2	3	1	2								
1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ	4	█															
2	Ознакомление с каталогами	Инженер	5	█															
3	Консультирование по возникшим вопросам с заказчиками	Руководитель	2	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
4	Технологический контроль и анализ технологичности конструкции	Инженер	4		█														
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2		█														
6	Разработка технологических маршрутов изготовления деталей для конструкции	Инженер	2		█														
7	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер	3			█													
8	Расчёт норм времени	Инженер	2			█													
9	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер-	2			█													
10	Проектирование приспособления	Инженер-	5			█	█												
11	Расчёт погрешностей установки	Инженер-	3				█	█											
12	Подбор и анализ существующих конструкций	Инженер-	6					█	█										
13	Выявление погрешностей в установке	Инженер-	6						█	█									

Продолжение таблицы 4.2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
14	Обеспечение элементов безопасности и надежности в конструкции	Инженер-	4								
15	Оформление документации в виде, чертежей и пояснительной записки и расчетов , согласованных по ТЗ	Инженер-	5								
16	Сборка и тестирование готового изделия	Руководитель, инженер	2								



 – Руководитель;  – Инженер,

Таблица 4.2.5 – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	82
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	58
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	24

В результате выполнения данного подраздела разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из участников проекта.

4.2.4 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

4.2.5 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья расходов включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{расхi} \cdot \quad (11)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

Π_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг. руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 4.2.6 - Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество. ед.	Суммарная стоимость, руб.
Бумага	200	2	400
Картридж для принтера	1000	1	1000
Офисные принадлежности	1500	4	6000
Материалы на изготовление (Профиль прямоугольного сечения 120x80x6	520.38	190м	100000
Гидроабразив Idroline	1100000	1	1100000
Всего за материалы, руб.			1185400

4.2.6 Расчет затрат на специальное оборудование для НИИ

В статье приведены расходы, на станки, которые используются при изготовлении детали, в реальности данное оборудование не закупалось для этого проекта.

Таблица 4.2.7- Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт,	Цены единицы оборудования, тыс,руб,	Срок полезного использования, лет	Общая стоимость оборудования, тыс,руб,	
2	Верстак слесарный	1	50	7	50	
3	Сварочный аппарат	1	40	10	40	
4	Крепеж	1	20	5	20	
5	Стол контролера	1	70	10	70	
Итого					180 тыс, руб,	

4.2.7 Основная заработная плата исполнителей

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме, Расходы по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок в НИ ТПУ.

Зарботная плата рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп} , \quad (21)$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{осн}$):

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p , \quad (22)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб, дн, (табл, 12);

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб,

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d}, \quad (23)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб,;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

$M=11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

$M=10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб, дн, (табл, 15),

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{48360 \cdot 10,4}{246} = 2044,48 \text{ руб.}, \quad (24)$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.} \quad (25)$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) k_p = 24800 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48360 \text{ руб.} \quad (26)$$

Для инженера:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}, \quad (27)$$

где $Z_{тс}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб,;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, принимается равным 0,3;

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимается равным 0,2;

k_p – районный коэффициент, принимается равным 1,3 (для г, Томска),

Таблица 4.2.8 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
1	2	3
Календарное число дней	365	365

Продолжение таблицы 4.2.8

1	2	3
Количество нерабочих дней выходные дни: праздничные дни:	52/14	104/14
Потери рабочего времени отпуск: невыходы по болезни:	48/5	24/10
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Таблица 4.2.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИП	$Z_{тс}$, руб	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб	$Z_{дн}$, руб	T_p , раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	24800	0,3	0,2	1,3	48360	2044,48	8	16355
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	106	184768,6
Итого:								201123,6

4.2.8 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 16355 = 2453,25 \text{ руб,} \quad (28)$$

Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 184768,6 = 27715,29 \text{ руб,} \quad (29)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,15),

4.2.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (16355 + 2453,25) = 5642,475 \text{ руб,} \quad (30)$$

Для инженера:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}}(З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (184768,8 + 27715,29) = 63745,23 \text{ руб,} \quad (31)$$

где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование),

Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст, 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование,

4.2.10 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование, материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые и телеграфные расходы, размножение материалов и т.д, Их величина определяется по следующей формуле:

$$З_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}} \quad (32)$$

$$З_{\text{накл}} = (1333800 + 188500 + 201123,6 + 30317,01 + 63745,23), 0,2 = 363497,168 \quad (33)$$

Таблица 4.2.10 – Группировка затрат по статьям

Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
1185400	201123,6	30317,01	63745,23	1471208,32	363497,168	1834705,485

4.3 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования, Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводился в форме таблицы,

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (34)$$

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

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т,ч, аналоги),

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1834705,485}{2500000} = 0,73; \quad (35)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{2500000}{2000000} = 1; \quad (36)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{2000000}{2500000} = 0,8, \quad (37)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля),

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

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (38)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения,

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 18,

Таблица 4.3.1 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Объект исследования Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп,1	Исп,2	Исп,3
1, Производительность	0,3	5	5	4
2, Качество исполнения	0,15	4	5	4
3, Сложность исполнения	0,1	5	4	3
4, Энергосбережение	0,05	5	3	3
5, Надежность	0,2	5	4	4
6, Материалоемкость	0,2	4	4	4
ИТОГО	1	4,65	4,4	3,85

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,65 \quad (39)$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,4 \quad (40)$$

$$I_{p3} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 3,85 \quad (41)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad (42)$$

$$I_{\text{исп},1} = \frac{4,65}{0,73} = 6,37; \quad (43)$$

$$I_{\text{исп},2} = \frac{4,4}{1} = 4,4; \quad (44)$$

$$I_{\text{исп},3} = \frac{3,85}{0,57} = 4,81, \quad (45)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта, Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп},2}}{I_{\text{исп},1}} = \frac{4,4}{6,37} = 0,691, \quad (36)$$

Вывод

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный процесс проектирования конструкции экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным, Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме, А именно:

- 1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;
- 2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;
- 3) был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 8 рабочих дней, инженеру 106 рабочих дней;
- 4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) Рассчитан бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 1834705,485 рублей

5. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Мельников Владислав Евгеньевич

Школа	ИШПНТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15,03,01 Машиностроение

Тема ВКР:

Система автоматической загрузки листового металла для работы с гидроабразивным станком	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1, Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения,	Объект исследования: Система автоматической загрузки листового металла Область применения: Предприятия, на которых обрабатываются детали из листового металла
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1, Правовые и организованные вопросы обеспечения безопасности: – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны,	- ГОСТ 12.0.003-2015 – ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019); - ГОСТ 12.1.006-84 - СП 52.13330.2016 - ГОСТ 12. 1.012-90 - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 - ГОСТ 12. 1.003-2014 ССБТ - ГОСТ 12. 1.019-2017 ССБТ
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов. 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.	- Повышенный уровень шума - Недостаточная освещенность - Электрический ток - Отклонение показателей микроклимата от нормы - Подвижные части оборудования
3. Экологическая безопасность:	Атмосфера: Пыль и грязь от отработки Гидросфера: Загрязнение мокрым мелкодисперсным красным песком
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Пожар. Взрыв

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.			13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Мельников Владислав Евгеньевич		13.04.2020

Введение

Грузоподъемное оборудование с давних времен пользуется широкой популярностью и удобством. Их внедрение необходимо на производстве, в котором нужно работать с большим количеством заготовок. Их внедрение повышает уровень механизации и автоматизирует ту часть работы, которая в основном выполняется человеком при помощи подъемников или тележек, что увеличивает экономическую эффективность, безопасность сотрудников, а также производительность труда.

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с техникой производственной безопасности и охраной окружающей среды.

Основной целью данного раздела является выявление опасных факторов промышленного производства, создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

Вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются на основе проектирования, изготовления и испытания проектируемой системы загрузки листового металла.

5.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

Помещение, в котором планируется осуществление данного проекта находится в 16А корпусе, в 105 аудитории Национального исследовательского Томского политехнического университета.

К особенностям трудового законодательства для работы на производственном участке необходимо рассматривать режимы рабочего времени и оплату, и нормирование труда. Согласно статье 103 Трудового кодекса РФ на производственном участке введена работа в две смены для более эффективного использования оборудования. Так как на производственном участке работает коллектив, дифференцируемый по тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих, то оплата труда будет производиться по тарифной системе оплаты труда согласно статье 143 ТК РФ.

Виды компенсаций при работе во вредных условиях:

- Сокращенная продолжительность рабочего времени;
- Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск;
- Повышение оплаты труда;
- Досрочное назначение трудовой пенсии.

Трудовой кодекс РФ регламентирует следующие разновидности режима рабочего времени, которые устанавливаются коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка:

- 1) обычный режим работы (односменный);
- 2) режим гибкого рабочего времени;

3) режим сменной работы;

5.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Во время проектирования исследуемого производственного участка, необходимо учитывать и нормироваться определенным списком нормативных документов, которые регулируют взаимоотношения человека с оборудованием или с другими людьми на территории производства, без влечения пагубных последствий для человека. Список нормативных документов представлен ниже:

- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.[7]
- ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования[22]
- ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности» - нормативный документ. определяющий общие требования. предъявляемые к безопасности производственного оборудования[16]
- ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный документ. определяющий общие требования. предъявляемые к безопасности производственного оборудования.[23]
- ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» - нормативный документ. устанавливающий нормы безопасности при чрезвычайных ситуациях.[24]

Рабочее место. представляет собой в общем случае пространство. в котором может находиться человек при выполнении производственного

процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса:

- Рабочее место должно обеспечивать максимальную надежность и эффективность работы.
- Рабочее пространство должно быть достаточным. позволять осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и обслуживании оборудования.
- В рабочем пространстве должна быть «зона свободной досягаемости». то есть участок. на котором сконцентрировано все оборудование: инструменты. материалы. приспособления. которыми приходится часто пользоваться

Продолжительность непрерывной работы с компьютером без регламентированного перерыва не должна превышать 2 часов. Режим работы: полная рабочая время начала работы 09:00. время окончания работы 18:00 каждый рабочий день.

5.2. Производственная безопасность

В данном разделе рассматривается и анализируется ряд вредных и опасных факторов, возникающих и влияющих на разработку, изготовление и эксплуатацию. Во время исследования часто возникают определенные вредные и опасные факторы, которые нужно регулировать и соблюдать по ГОСТу 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы, Классификация»[8]

Таблица 5.2.1. Возможные опасные и вредные факторы

Факторы	Этапы работ	Нормативные документы
1	2	3

1	2			3
	Разработка	Изготовле ние	Эксплуата ция	
1.Превышение уровня шума		+	+	Общие требования, ГОСТ 12.1.003-2014[9]. «Шум, Общие требования безопасности,»
2.Неправильная освещенность рабочей зоны	+	+	+	СП 52.13330.2016[10]. Естественное и искусственное освещение.
3.Электрический ток	+	+	+	ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ[11] Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
4.Отклонение показателей микроклимата от нормы	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548–96[12]. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
5. Подвижные части рабочего механизма станка	+	+	+	ГОСТ 12.2.003-91 «Общие требования безопасности.» [16]

5.2.1 Превышение уровня шума

Источником шума является работающее оборудование в цехе. По ГОСТу 12.1.003. -83[17] допустимым уровнем шума производственного цеха считается меньше или равно 60 дБА.

Известно, что повышенный шум при длительном воздействии может приводить к профессиональным заболеваниям у работников, например, таким как профессиональная тугоухость. Причинами повышенного риска получения травмы является то, что человек не может нормально слышать во время работы, либо из-за снижения слуха, либо из-за использования средств индивидуальной защиты, как следствие, ухудшаются коммуникация среди работников и восприятие ими сигналов. Все вместе это в конечном итоге приводит к несчастному случаю. Для того чтобы защитить здоровье работников от повышенного шума рекомендуется:

- По возможности заменять оборудование на менее шумное;
- Устанавливать защитные экраны;
- Предоставить работникам индивидуальные средства защиты;
- Работать в режиме сокращенного дня.

5.2.2 Неправильная освещенность рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочей зоны приводит к перенапряжению органов зрения, в результате чего снижается острота зрения, и человек быстро устает. Работает менее продуктивно, возникает потенциальная опасность несчастных случаев и, кроме того, длительное, плохое освещение может привести к профессиональным заболеваниям (близорукость и др.) которые влияют на качество работы. Они уменьшаются за счет правильно подобранных осветительных устройств и расположения рабочих мест по отношению к источникам искусственного и естественного освещения. Потолок так же является отражательной поверхностью, поэтому его яркость не должна превышать 200 кд/м² .

Причиной плохой освещенности в цехе является снижение уровня естественной освещенности в связи с загрязнением остекленных поверхностей световых проемов, стен и потолков. Допускается комбинирование освещения, т.е. помимо общего равномерного освещения, необходима установка светильников местного освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника так, чтобы не создавать бликов на поверхностях. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей. Источником света при искусственном освещении являются люминесцентные лампы типа ЛБ нейтрально-белого или "теплого" белого цвета с индексом цветопередачи не менее 70.

Согласно СанПиНу 2.2.1/1278-03 и СНиП 23-05-95 можно установить нормы естественной и искусственной освещенности в помещениях.

5.2.3 Электрический ток

Электробезопасность в данной работе, одна из приоритетных задач, так как конструкция работает за счет электродвигателя,

Поражение электрическим током возникает при соприкосновении с электрической цепью, в которой присутствуют источники напряжения или источники тока, которые могут вызвать протекание тока через части тела, попавшие под напряжение. При увеличении тока более 1 мА человек начинает чувствовать себя некомфортно, возникают болезненные мышечные сокращения, при увеличении тока до 13–15 мА происходит судорожное сокращение мышц, воздействие электрического тока более 30 мА вызывает паралич мышц органов дыхания.

Главным показателем электрооборудования конструкции является напряжение электродвигателя. Для защиты от поражения электрического тока необходимо устанавливать технические средства защиты: электрическое

разделение сети, защитное заземление, защитное отключение. Необходимо соблюдать рекомендации по технике безопасности.

Сотрудник, до допуска к самостоятельной работе должен пройти инструктаж и проверку знаний по электробезопасности и других нормативно-технических документов, а также обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока, оказания первой помощи при несчастных случаях.

5.2.4 Отклонение показателей микроклимата от нормы

Оптимальные микроклиматические условия установлены по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта в течение 8-часовой рабочей смены при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными на рабочих местах,

К показателям, характеризующим микроклимат относятся:

- температура воздуха;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха;
- интенсивность теплового излучения;

В производственных помещениях при выполнении работ операторского типа должны соблюдаться оптимальные величины температуры воздуха 22-24°C, его относительной влажности 40-60% и скорости движения (не более 0,1 м/с), согласно ГОСТу 12.1.005-88.

При обеспечении оптимальных показателей микроклимата температура внутренних поверхностей конструкций, ограждающих рабочую зону (стен, пола, потолка и др.) или устройств (экранов и т. п.) не должна выходить более чем на

2°C за пределы оптимальных установленных величин температуры воздуха, при температуре выше или ниже, рабочие места должны быть удалены от них на расстояние не менее 1 м.

Для нормализации показателей микроклимата в цехе должны применяться средства защиты: отопление и вентиляция воздуха, Индивидуальные средства защиты: специальная одежда и обувь,

5.3 Экологическая безопасность

5.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

а) Атмосфера

Во время обработки заготовки, в процессе резания, выделяется пыль и грязь. После обработки же на изделии остается слой красного песка, который может попадать в легкие и в воздух, образуя неблагоприятную среду воздуха рядом с оборудованием.

На предприятии в соответствии с требованиями Федерального закона от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране атмосферного воздуха» [18] должен быть разработан проект нормативов предельно-допустимых выбросов, который устанавливает нормы выброса в атмосферу для каждого стационарного источника.

Некоторые методы защиты атмосферы от загрязнений:

- Вывоз отходов, не подвергающихся вторичному использованию в специальные места захоронения.
- Применение средств индивидуальной защиты работающих.
- Очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере.

В охране окружающей среды важную роль играют службы контроля качества окружающей среды, призванные вести, систематизированные наблюдения за состоянием атмосферы, воды и почв для получения фактических уровней загрязнения окружающей среды.

б) Гидросфера

Во время исследования данного устройства, что основным способом загрязнения является остатки металла и красный песок, оседающий на дне ванны гидроабразивного станка. Поэтому при дальнейшей чистке ванны, осуществляемой по регламенту раз в 3 месяца необходимо выкачивать воду и собирать весь мокрый песок, чтобы в дальнейшем его отправить на восстановление, но в большинстве случаев он не может быть восстановлен и его утилизируют. При не правильной утилизации, он начинает оседать в почве, ухудшая ее качество, что влечет к ухудшению окружающей среды.

Каждый отход должен быть включен в проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение. Содержание же элементов загрязнения нормируется в пределах в соответствии с ГОСТ 17.1.3.13-86. “Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений” [19], что допускает норму песка в воде: 0,1-1 г/л.

Для удаления вредных примесей из сточных вод используют физико-химические методы очистки:

- Реагентная флотация;
- Реагентная коагуляция;
- Мембранные методы очистки.

в) Литосфера

Загрязнителем литосферы будут считаться захоронения промышленных и бытовых отходов. К промышленным отходам относятся остатки от заготовок, демпферный лом. Также к отходам можно отнести изготавливаемую продукцию, переставшая выполнять требуемые от неё функции.

Защита литосферы нормируется следующими документами:

- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03.Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов[20]
- ГОСТ Р ИСО 1410-2010.Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура[21].

Чтобы снизить загрязнение литосферы необходимо сортировать и при возможности перерабатывать отходы производства. Если переработка невозможна, тогда необходимо начать взаимовыгодно сотрудничать с предприятиями, которые занимаются ею.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.4.1 Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определенной территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

К чрезвычайным ситуациям, которые могут возникнуть на производственном участке относятся: пожары, аварии, взрывы.

Виды аварий, которые могут произойти на производственном участке:

- аварии на очистных сооружениях;
- аварии с выбросом опасных веществ;
- аварии на электроэнергетических системах.

ЧС связанная с взрывами на производственном участке очень опасная и может произойти во время пожара с последующим горением.

Пожар – это наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть на производственном участке при изготовлении изделий.

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются взрыв или пожар в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения 75 безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- предотвращение пожаров;
- тушение пожара.

Для предотвращения возникновения пожаров необходимо:

1) Проводить профилактические мероприятия, инструктажи рабочих,
2) В каждом цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации, например, запасные выходы, пожарные проходы, висеть планы эвакуации.

3) Обязаны присутствовать средства пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10. углекислотные огнетушители ОУ-2. ОУ-5. и ОУ-8 1-у штуку на 700м² площади. ящики с песком 1-ин на 500м² площади).

4) В доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий. а также планов эвакуации с телефонами спецслужб. куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

5) Обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

6) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

В результате возникновения пожара работнику необходимо действовать следующим образом:

- оповестить пожарную охрану;
- сообщить руководству предприятия;
- включить сигнализацию, СОУЭ, системы дым удаления. пожаротушения;
- обеспечить эвакуацию работников, не участвующих в ликвидации пожара.

Поскольку на производстве обычно присутствуют оборудование и приборы, работающие от электросети. их нужно обесточить. Персоналу разрешено делать это с разрешения руководства, с соблюдением правил отключения аппаратуры. Вместе с этим перекрывают (отключают) систему вентиляции, подачи газа и горючих веществ. паровые и водяные трубопровод

5.4.2 Анализ вероятных ЧС. которые могут возникнуть при исследовании объекта.

Само устройство практически исключает возможность инициирования ЧС. Однако не стоит исключать возможность наличия ошибок или недоработок в проектировании окружающих сооружений и механизмов. что в свою очередь может инициировать возникновение ЧС. связанных с пожароопасностью горючих строительных материалов. Так как на рабочем месте имеется электрическая проводка под напряжением. питающая оборудование. Помимо этого. источником пожара может быть нагретое оборудование. Несоблюдение техники безопасности чревато возникновением пожара.

5.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Для предотвращения возникновения пожаров необходимо:

- 1) Проводить профилактические мероприятия. инструктажи рабочих.

2) В каждом цехе должны быть предусмотрены меры эвакуации. например. запасные выходы. пожарные проходы. висеть планы эвакуации.

3) Обязаны присутствовать средства пожаротушения (в качестве первичных средств пожаротушения пенные огнетушители ОХВП-10. углекислотные огнетушители ОУ-2. ОУ-5. и ОУ-8 1-у штуку на 700м² площади. ящики с песком 1-ин на 500м² площади).

4) В доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий. а также планов эвакуации с телефонами спецслужб. куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

5) Обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

б) Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

В результате возникновения пожара работнику необходимо действовать следующим образом:

- оповестить пожарную охрану;
- сообщить руководству предприятия;
- включить сигнализацию, СОУЭ, системы дым удаления.

пожаротушения;

- обеспечить эвакуацию работников, не участвующих в ликвидации пожара.

Вывод

В результате анализа вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации устройства загрузки и станка, связанного с ним, а также во время его проектирования, были выявлены характерные чрезвычайные ситуации, а также меры по их устранению. Данные исследования,

проведенные в рассматриваемом разделе, могут быть использованы в реальных условиях проектирования, изготовления и эксплуатации устройства.

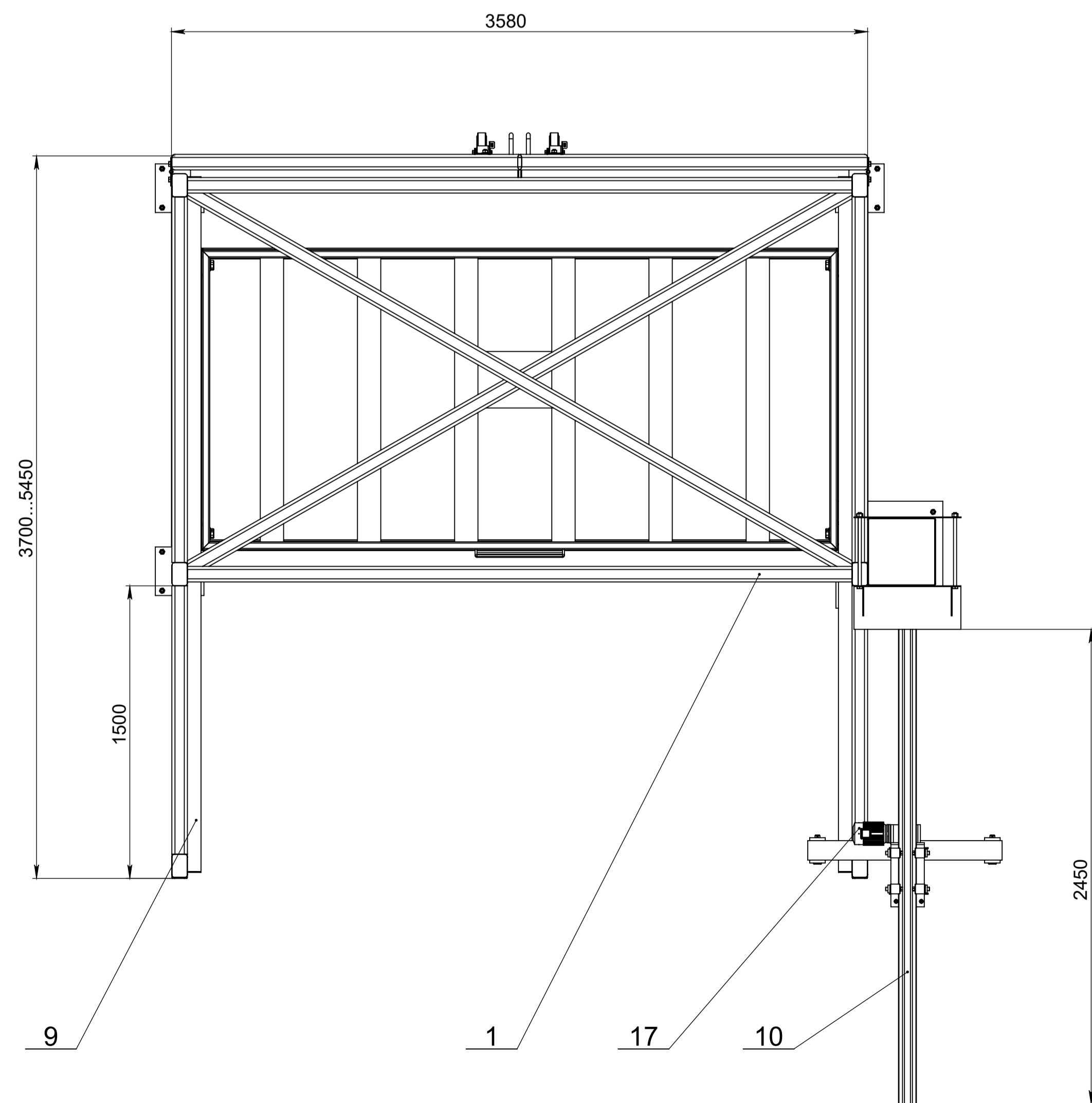
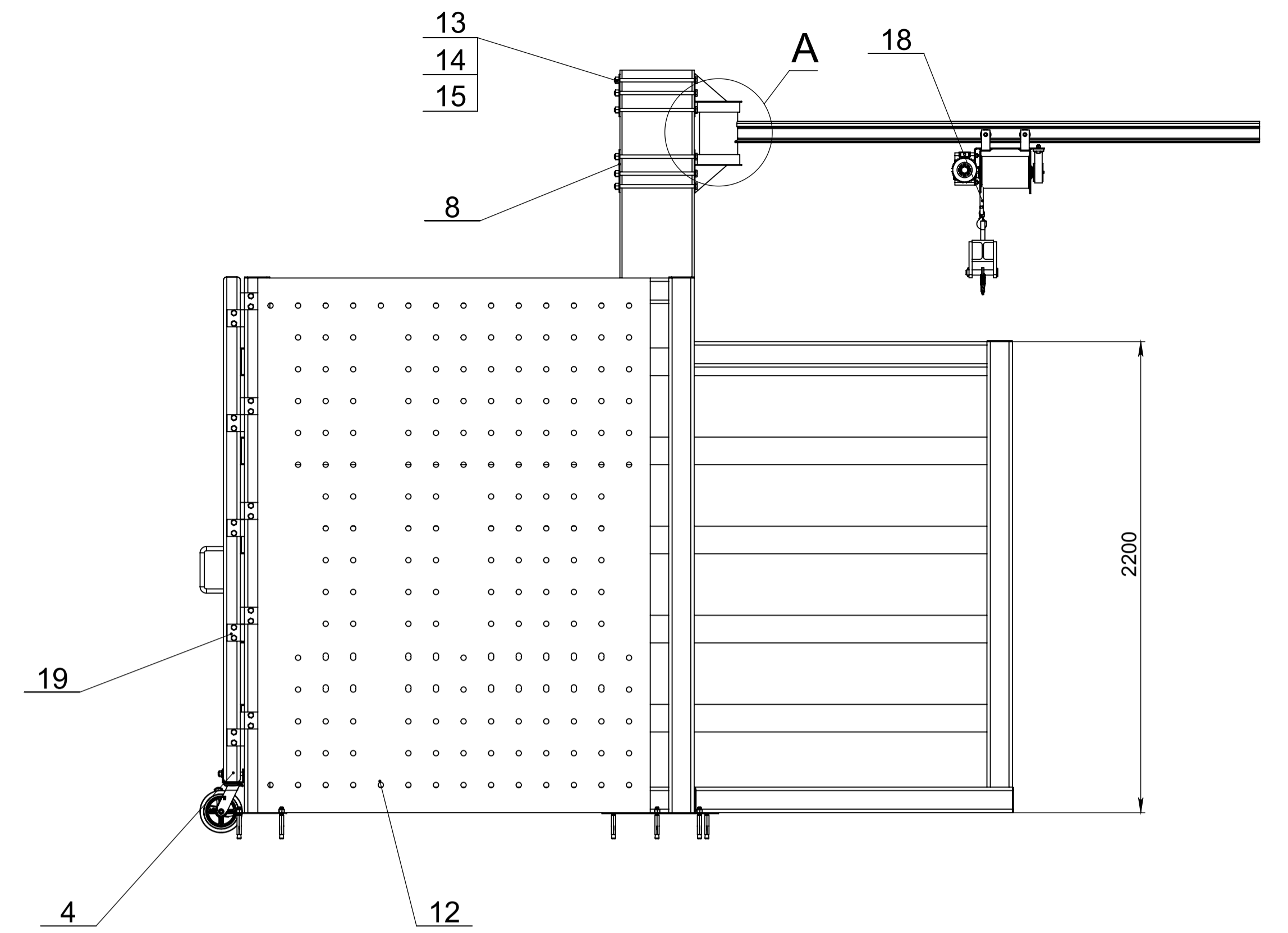
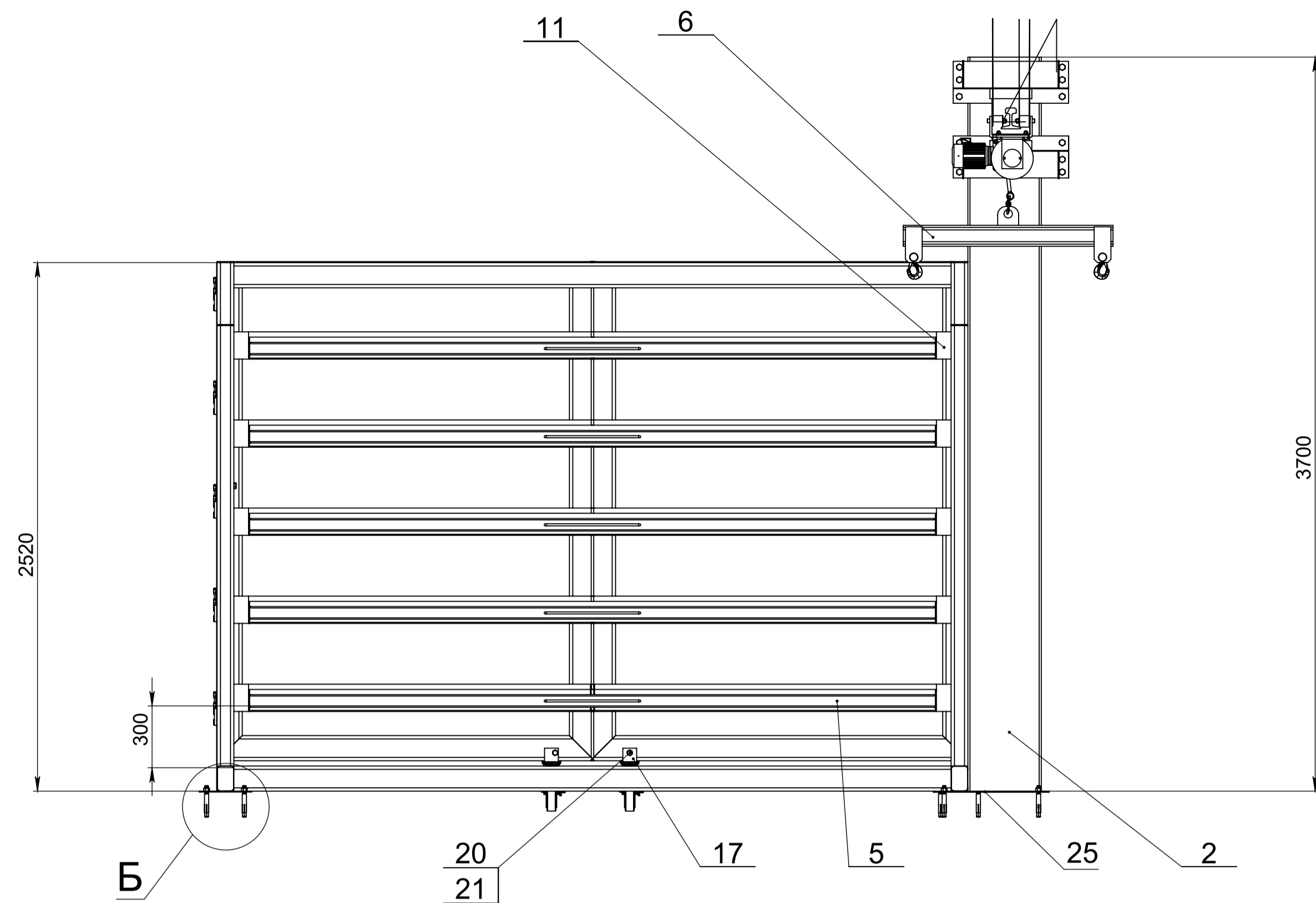
Список литературы

1. Курсовое проектирование грузоподъемных машин/ Казак С.А. и др.- М: Высшая школа. 1989.-319с.
2. Александров М.П. и др. Подъемно-транспортные машины. Атлас конструкций. - М: Машиностроение. 1987-127с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. В 3-х томах. М:Машиностроение-1981...82 г.
4. Справочник по кранам / Под ред. Гохберга М.М. и др. В 2-х томах. - М.: Машиностроение- 1988г.
5. Курсовое проектирование по технологии машиностроения А.Ф.Горбачевич 1983.-256 стр.
6. Справочник технолога - машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Е.М. 1985.-687 стр.
7. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
8. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
9. ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
10. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95·
11. ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
12. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95·
14. ГОСТ 12.1.004-91. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность

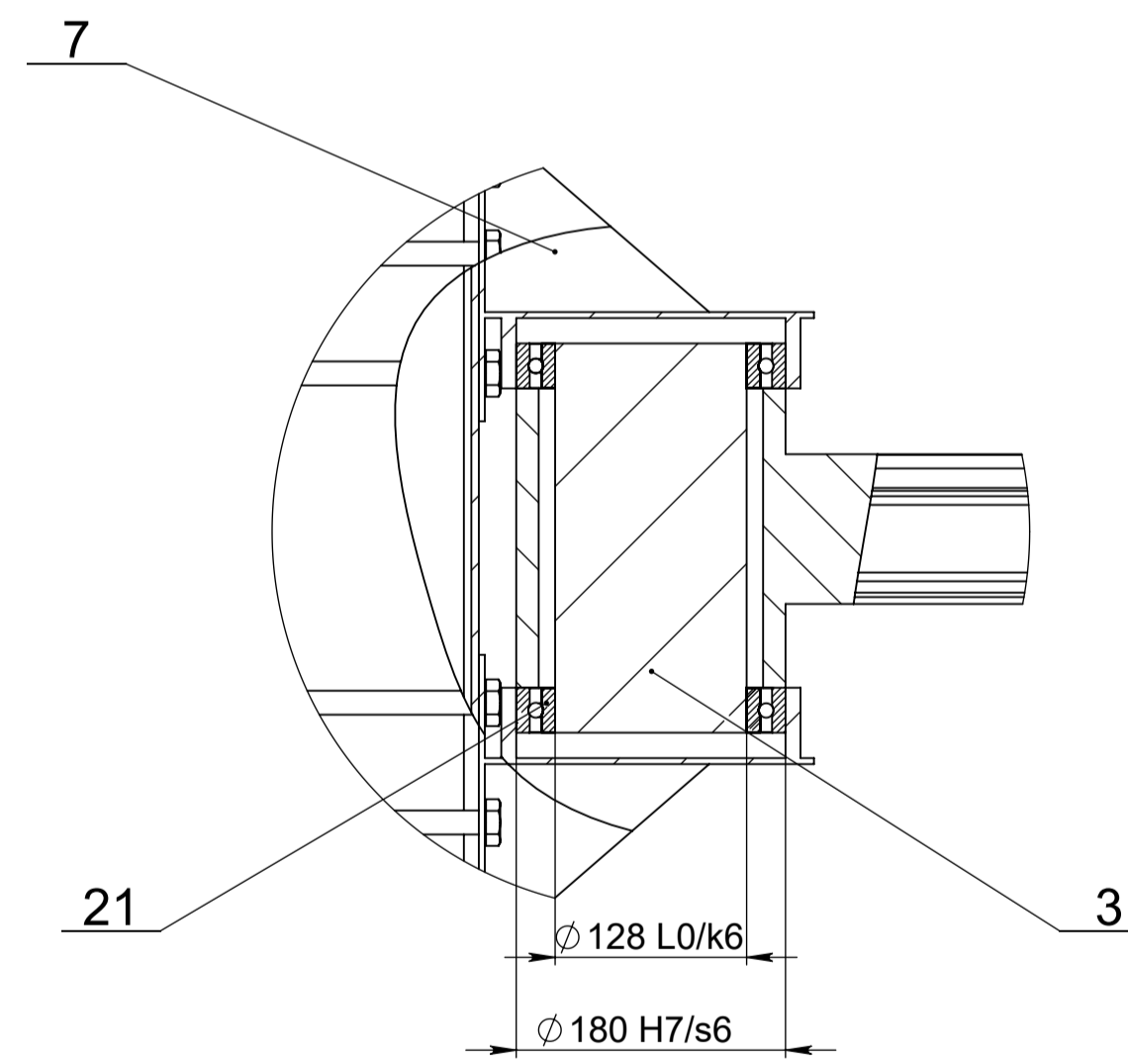
15. ГОСТ Р 22.0.02-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
Термины и определения
16. ГОСТ 12.2.003-91 «Общие требования безопасности.»
17. ГОСТ 12.1.003-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Шум. Общие требования безопасности
18. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об
охране атмосферного воздуха»
19. ГОСТ 17.1.3.13-86. «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования
к охране поверхностных вод от загрязнений»
20. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03.Санитарно-защитные зоны и санитарная
классификация предприятий, сооружений и иных объектов
21. ГОСТ Р ИСО 1410-2010.Экологический менеджмент. Оценка
жизненного Цикла. Принципы и структура
22. ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя.
Общие эргономические требования
23. ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный
документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности
производственного оборудования.
24. ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях.
Термины и определения основных понятий» - нормативный документ,
устанавливающий нормы безопасности при чрезвычайных ситуациях.
25. ГОСТ 15150-69 «Машины, приборы и другие технические изделия.
Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия
эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия
климатических факторов внешней среды»
26. ОСТ 24.191.08-81 «Подвески крюковые крановые. Конструкция и
размеры»
27. ГОСТ 2688-80 «Канат двойной свивки типа ЛК-Р конструкции»

28. ГОСТ 6368-82. Рельсы железнодорожные узкой колеи типов Р8, Р11, Р18 и Р24. Конструкция и размеры

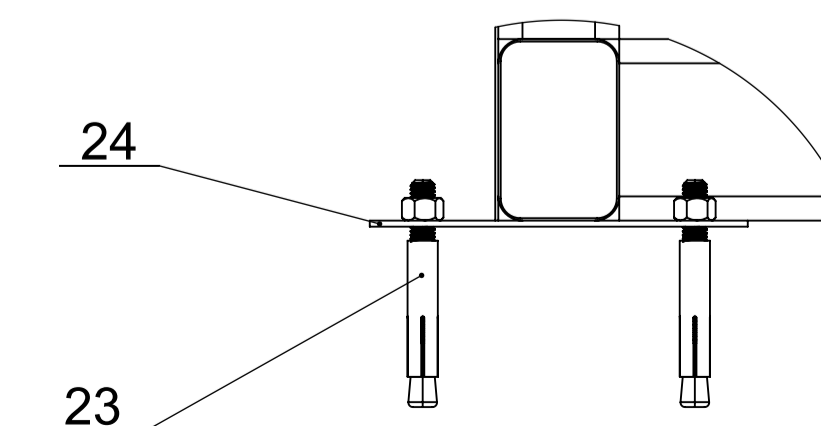
Приложение А
Сборочный чертеж



А (1 : 5)



Б (1 : 5)



Технические характеристики:

1. Грузоподъемность стеллажа 30 тонн , грузоподъемность крана 5тонн
2. Скорость подъема груза 0,32-0,35 м/с
3. Масса конструкции 5,148 тонн
4. Распределенная нагрузка на кассету – до 5 тонн

Технические требования :

1. Крепежные детали должны быть оцинкованными
2. Кривизна стоек и балок в собранном виде не должна превышать 3 мм на 1000 мм длины
3. Обязательно наличие защиты от саморазвинчивания болтов
4. На ходовые тележки устанавливаются колеса, созданные по ГОСТу 28648
5. Сваривание конструкций выполняется исключительно по технологии, швы проходят механическую обработку, недопустимы деформация балок, трещины в металлическом каркасе
6. Кран должен быть окрашен для защиты от коррозии;
7. Сварные соединения не должны содержать несплошностей, местных напылов, пор и лаковых включений, диаметром превышающих 1 мм

				ИШНПТ 8/162.14.100.00.01 СБ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Стеллаж кассетный с консольным краном	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Мельников ВЕ				У	514,8	1:20
Пров.		Буланчева СЕ				Лист 1	Листов 1	
Т. контр.						ТПУ	ИШНПТ	
Н. контр.					Группа	4А6В		
Утв.								

Приложение Б

Спецификация

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A2			301423.001 СБ	Стеллаж	1	
				<u>Детали</u>		
		1		Рама	1	
		2		Колонна	1	
		3		Ось	1	
		4		Дверь	2	
		5		Кассета	5	
		6		Траверса	1	
		7		Кронштейн	2	
		8		Задняя пластина	2	
		9		Профиль для ролика(дверь)	10	
		10		Консоль	1	
		11		Профиль для ролика (рама)	10	
		12		Боковая стенка	2	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		13		Болт М16х400	12	
				ГОСТ 7798-70		
		14		Шайба М16	32	
				ГОСТ 11371-78		

ИШНПТ 8Л62.14.1.00.00.01 СБ

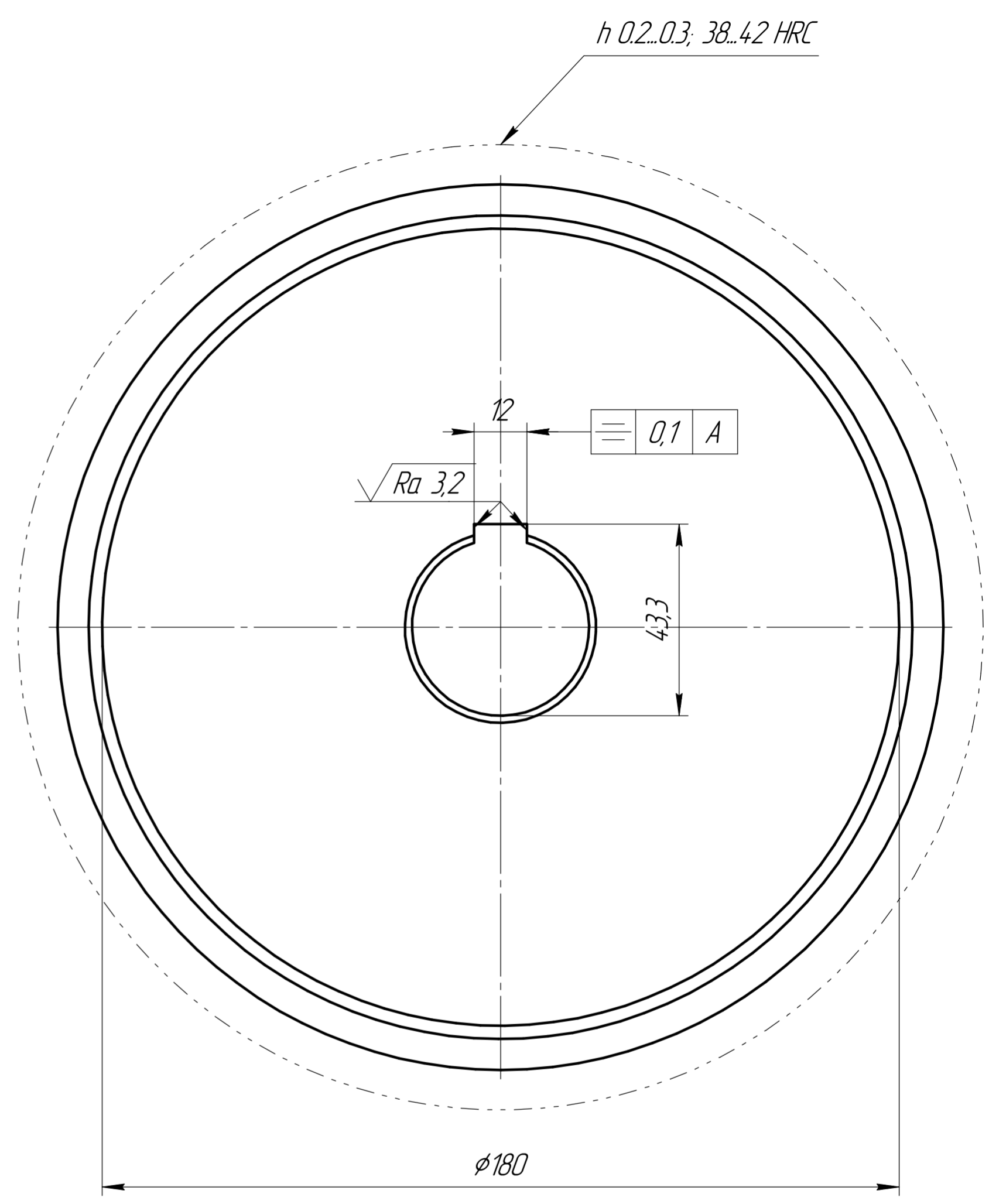
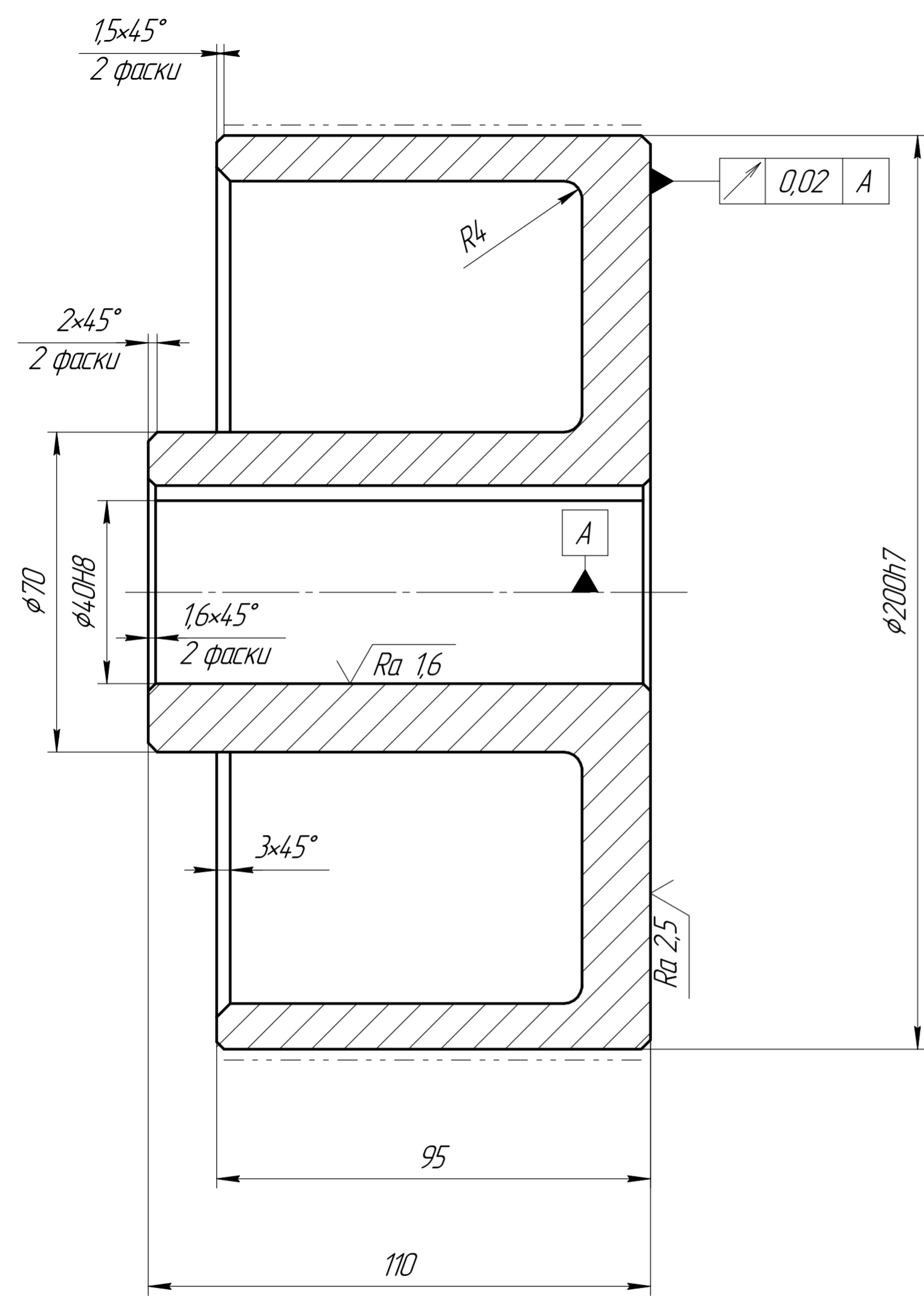
Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мельников В.Е.		
Пров.		Бухаченко С.Е.		
Н.контр.				
Утв.				

**Стеллаж кассетный
с консольным краном**

Лит.	Лист	Листов
У	1	2
ТПУ		ИШНПТ
Группа		4А6В

Приложение В

Чертеж шкива тормозного



Технические требования
 1. Неуказанные предельные отклонения от размеров по ГОСТ 25670 Н14, h14, IT14
 2. Острые кромки притупить

Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №
Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №

ИШНПТ-8/16214.100.00.01				Лист	Масса	Масштаб
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	У		1:1
Разраб.	Мельников В.Е.			Лист	Листов	1
Проб.	Бухаченко С.Е.			ТТУ	ИШНПТ	
Т.контр.				Группа	4А6В	
Н.контр.				Сталь 55Л ГОСТ 977-88		
Утв.				Копировал	Формат А2	

Приложение Г

Размерная цепь

ИШНПТ-8/16214.100.00.01

Перв. примен.

Справ. №

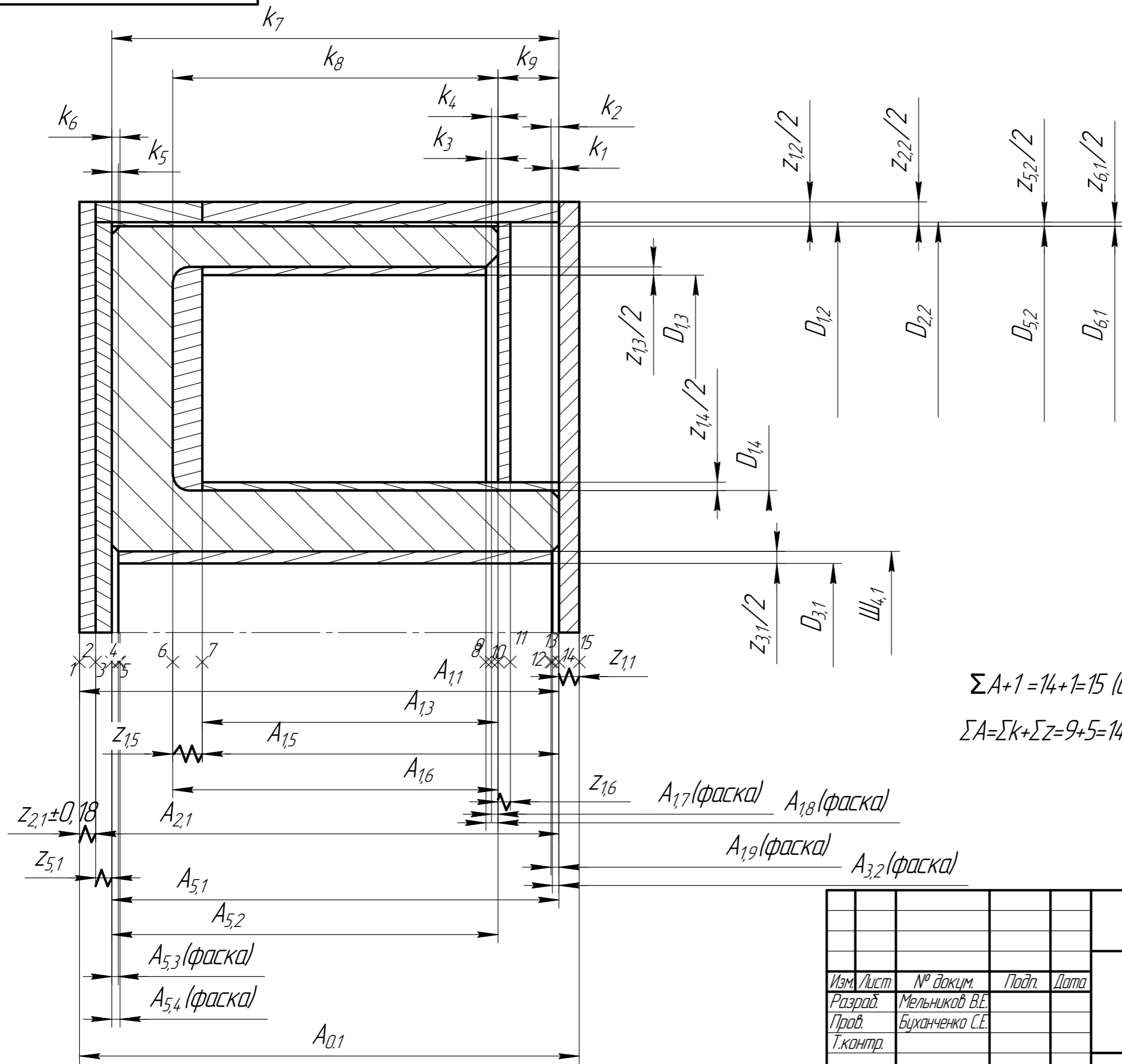
Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.



$\Sigma A+1 = 14+1=15$ (вершин)

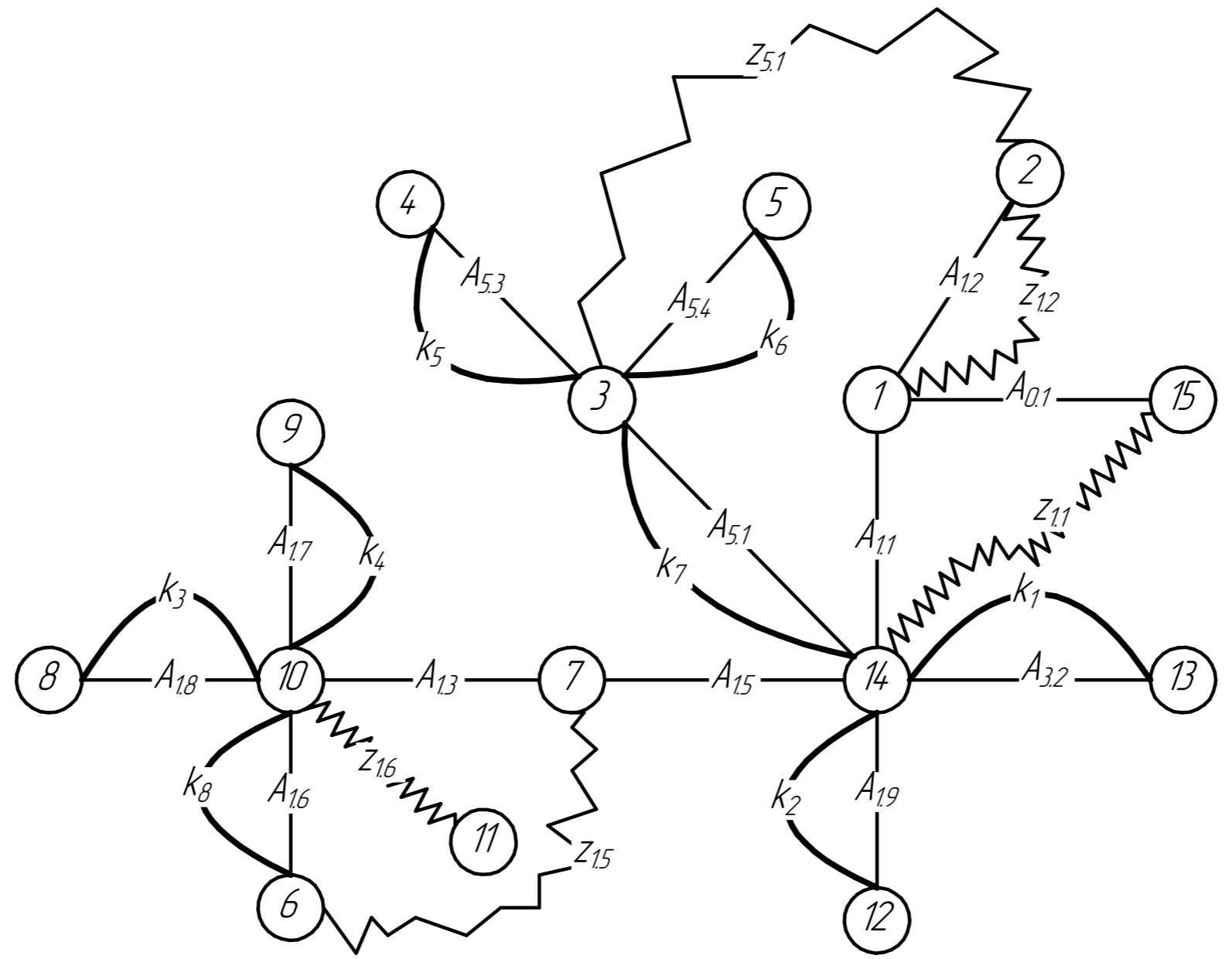
$\Sigma A = \Sigma k + \Sigma z = 9+5=14$

				ИШНПТ-8/16214.100.00.01			
				Размерная цепь			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Мельников В.Е.					1:1
Проб.		Буханченко С.Е.					
Т.контр.					Лист 1	Листов 2	
И.контр.					ТПУ	ИШНПТ	
Утв.					Группа	4А6В	
					Формат	А3	

Копировал

Приложение Д

Граф дерево



Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инд. № дубл.
Подп. и дата	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата