

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Конструкция установки для продольного резания покрышек

УДК 678.065:621.91

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Зайкова Анна Сергеевна		05.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиньш Д.П.	к.т.н., доцент		05.06.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черкасов А.И.			05.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Владимировна	к.т.н., доцент.		05.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		05.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Код	Результат обучения
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	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать 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
P7	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
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские 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.
Профиль 2 (Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств)	
P10	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
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Зайковой Анне Сергеевне

Тема работы:

Конструкция установки для продольного резания покрышек	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 №59-67/с

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

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования является - установка для продольного резания покрышек. Задачи: разработать конструкцию привода главного движения, частота вращения инструмента 40 об/мин; Разработать конструкцию механизма подачи, скорость подачи покрышки 150мм/мин. Габариты разрезаемой покрышки - ширина 200-500 мм и наружный диаметр до 1500 мм.
---------------------------------	---

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Литературный обзор установок для разрезания покрышек; сравнительный анализ; создание 3D модели; расчетный анализ итоговой конструкции; составление технологического процесса изготовления детали конструкции; разработка раздела финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения; разработка раздела социальной ответственности; заключение по работе.
Перечень графического материала	Демонстрационный материал (презентация в MS PowerPoint)

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы
(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологический	Черкасов Александр Иванович
Конструкторский	Черкасов Александр Иванович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кащук Ирина Владимировна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

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

Задание выдал руководитель и консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Крауиньш Д. П.	к.т.н.		16.12.2019
Старший преподаватель	Черкасов А. И.			16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Зайкова Анна Сергеевна		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из введения, четырех глав и выводов изложенных на 128 страницах, содержит 18 рисунков, 25 таблицы, 41 источник и 2 приложения.

Ключевые слова: Продольная резка покрышек, установка для переработки шин, силовой расчёт.

Объектом исследования является переработка автомобильных шин.

Основные конструктивные, технологические и технико-эксплуатационные характеристики: универсальная установка способная вырезать разрезать изношенные автомобильные шины шириной до 250 мм и наружным диаметром до 1200 мм, пополам.

Цель работы – заключается в силовом расчёте конструкции установки для разрезания покрышек на две части.

В процессе исследования были проведены теоретические исследования существующих конструкций для разрезания покрышек.

В результате исследования предложены оптимальные параметры проектируемого оборудования, разработана компоновочно-кинематическая схема, произведен силовой расчет привода главного движения и привода подачи.

Область применения: утилизация изношенных шин.

Экономическая эффективность/значимость работы: повышение производительности.

Определения, обозначения, сокращения, нормативные ссылки

ШВП – шарико-винтовая передача

ЭДС – электродвижущая сила

КЗ – короткое замыкание

ЭМП – электромагнитные поля

ОВ – обмотка возбуждения

РО – рабочая обмотка

ФСС – фонд социального страхования

ПФ – пенсионный фонд

ФФОМС – федеральный фонд медицинского страхования

ЧС – чрезвычайная ситуация.

Содержание

Введение	9
1. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	11
1.1 Обзор конструкций для предварительного разрезания покрышек	11
1.2 Анализ конструкций	21
1.3 Аналитический обзор приводов для линейного перемещения	24
1.4 Разработка схемы и компоновки установки.....	31
1.5 Расчет привода главного движения.....	35
1.6 Расчет привода подачи.....	38
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	47
2.1 Анализ технологичности конструкции детали	47
2.2 Выбор заготовки	48
2.3 Технологический маршрут	48
2.4 Расчет припусков	53
2.5 Выбор режущего инструмента.	63
2.6 Выбор оборудовани	73
2.7 Выбор измерительного инструмента	75
2.8 Нормирование	76
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	80
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	82
3.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	85
3.3 Бюджет научно-технического исследования	91
3.5 Определение ресурсоэффективности исследования.....	96
4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	100
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	103
4.2 Производственная безопасность	105
4.3 Экологическая безопасность	111
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	112
Заключение	116
Список литературы.....	117
Приложение А	121

Введение

Активное развитие транспорта, а также шинной промышленности, где число автомобилей неуклонно растёт, приводит к значительному образованию вышедших из эксплуатации покрышек, проблема утилизации которых остро стоит во всех индустриально развитых странах, так как приобретает большое экологическое и экономическое значение.

Изношенные автомобильные покрышки являются самой крупной частью резиновых отходов. Переработка шин в перспективе должна стать актуальной темой в разработке потому, что 80 % мирового запаса покрышек состоят из синтетического каучука, который получают из нефти, а она в свою очередь, является природным ресурсом, который нельзя возобновить.

Как правило, в большинстве стран отработанные автомобильные шины накапливаются и складироваться на территориях предприятий и организаций, что происходит в виду отсутствия подходящих процессов и технологий. В общем суммировании, объем образовавшихся и уже накопленных шин достигает огромных размеров по всему миру.

При таком способе, как захоронение использованных шин, продуктами их распада происходит загрязнение сточных вод и почв. При хранении на бытовых полигонах, изношенные автомобильные покрышки превращаются в места обитания различных переносчиков заболеваний - грызунов и насекомых, а также служат источником высокой пожарной опасности. Горение шин наносит существенный вред окружающей среде, ведь как известно, при их горении образуются вредные вещества, загрязняющие атмосферу, а тушение таких пожаров и вовсе, является сложной и дорогостоящей задачей.

Созданные из таких ресурсов как металл, текстиль, регенерат и так далее, изношенные шины могут являться сырьём для изготовления следующей продукции:

- новые автомобильные покрышки;

- резинотехнические изделия (РТИ) для автомобилей;
- техпластины (для последующего производства РТИ);
- водоотталкивающие покрытия для крыш;
- ж/д шпалы и прокладки подрельсовые;
- подошва для обуви;
- колёса для инвалидных колясок и коек;
- покрытия для дорог (14—15 тонн на 1 км дорожного покрытия);
- спортивные покрытия для футбольных полей, теннисных кортов и детских площадок;
- тротуарная резиновая плитка

В связи с этим важной задачей является обеспечение сбора и поиска рационального способа переработки изношенных автомобильных шин. Тут необходимо отметить, что такое решение требует значительных затрат, которые во многих случаях могут превысить получаемые выгоды. Однако в данном случае учитывается еще и получаемый при этом экологический эффект, ведь сокращаются затраты на борьбу с плохой экологией.

Таким образом, целью данной работы является обоснование выбора и выбор технологии механической переработки изношенных автомобильных шин. Объектом разработки является конструкция установки для продольного разрезания покрышек.

Достичь данную цель можно выполнив следующие задачи:

- изучить способы утилизации и переработки изношенных автомобильных шин;
- провести анализ технологического оборудования;
- составить схему компоновки установки на основании проведенного анализа.

1. Конструкторская часть

1.1 Обзор конструкций для предварительного разрезания покрышек

Утилизация автомобильных покрышек является одной из острых проблем современной цивилизации. Наиболее оптимальный способ – это способ, преимущества которого сводились бы к экологичности, пониженной энергоёмкости, низким капитальным затратам, спросу на получаемый продукт, к сравнительно короткому сроку пуска производства. Все эти требования легко можно обеспечить путём использования механических способов переработки использованных автомобильных шин, первым этапом которого является предварительное разрезание покрышек на части.

Необходимость механической резки шин возникает уже на стадии их транспортировки от места накопления к месту переработки. Дело в том, что количество специализированных перерабатывающих предприятий в нашей стране весьма ограничено, а автопредприятия, на которых в основном накапливаются отработанные шины, сильно сосредоточены даже в пределах одного региона, поэтому при организации переработки возникает необходимость массовой транспортировки отработанных шин на значительные расстояния. При этом нужно также учитывать, что большой объём в конструкции автомобильных шин занимает полужакрытая поверхность, заполненная воздухом, в результате чего транспортировка шин является крайне невыгодной. Поэтому вопрос снижения затрат на транспортировку отработанных шин будет приобретать все большую актуальность.

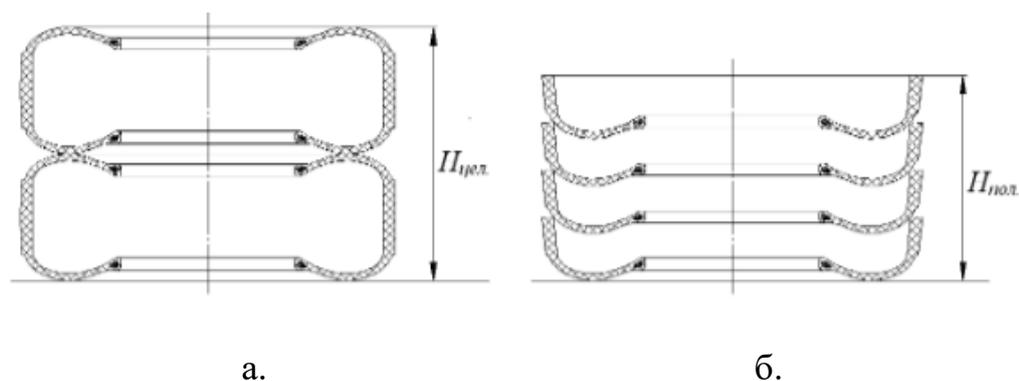


Рисунок 1.1.1 – Схемы укладки в стопу целиковых (а) и разрезанных на половины (б) покрышек.

Успешное решение этой проблемы лежит на поверхности, а именно, в необходимости предварительного механического разрезания изношенных шин с незначительными энергозатратами. Данный процесс заключается в разрезании шин на части, что позволяет в ту же транспортную емкость заключать больше резинового сырья, чем при укладке целых неразрезанных шин. Данный подход способствует значительному уменьшению расходов на транспортировку.

Рассмотрим схемы укладки покрышек при транспортировке:

1. На рисунке 1.1.1 показана схема укладки покрышек, которые были разрезаны вдоль диаметра. Данный способ разрезания покрышек называется диаметральной резка шин или разрезание шин по экватору.

К механическим способам продольного резания покрышек по экватору относятся установки с использованием дисковых ножей (Рис.1.1.2).

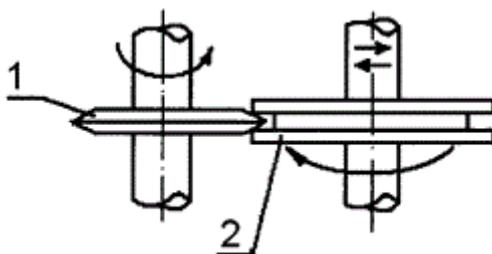


Рисунок 1.1.2 Устройство для разрезания покрышки. 1- дисковый нож, 2- ролик.

Механизм для разрезания покрышки с металлокордом, выполнен в виде металлического ролика, на цилиндрической поверхности которого находится выемка, и дискового металлического ножа, причем толщина ножа больше ширины выемки в металлическом колесе [3].

Способ разрезания покрышки заключается в следующем: между вращающимся с помощью привода металлическим ножом и роликом, установленным с возможностью вращения и перемещения в направлении дискового ножа, подается каркасно-брекерно-протекторный браслет прямиком до полного разрезания. Подача реализовывается при контакте ролика и ножа ввиду того, что происходит зажим материала между находящимися вне выемок частями поверхностей ножа, имеющих коническую форму и образующих режущую кромку, и цилиндрическими входными частями ролика, находящимися по двум сторонам выемки.

Недостатком является отсутствие эффективного разрезания армированных частей покрышки, в том числе боковин и каркасно-брекерно-протекторного браслета, так как для полного разрезания необходимо, чтобы вращающийся дисковый нож входил вовнутрь выемки колеса, а при этом может произойти вовлечение отдельных армирующих элементов в зазор между стенкой выемки и дисковой фрезой, что приводит к заклиниванию, после чего продвижение металлического ножа вглубь выемки становится невозможным, в результате чего процесс разрезания остается незаконченным.

2. Так же к способам диаметральной резки покрышек относится способ с использованием двух дисковых фрез. Данные конструкции предназначены для вырезки бортовых колец из изношенных покрышек и разрезки покрышек по экватору.

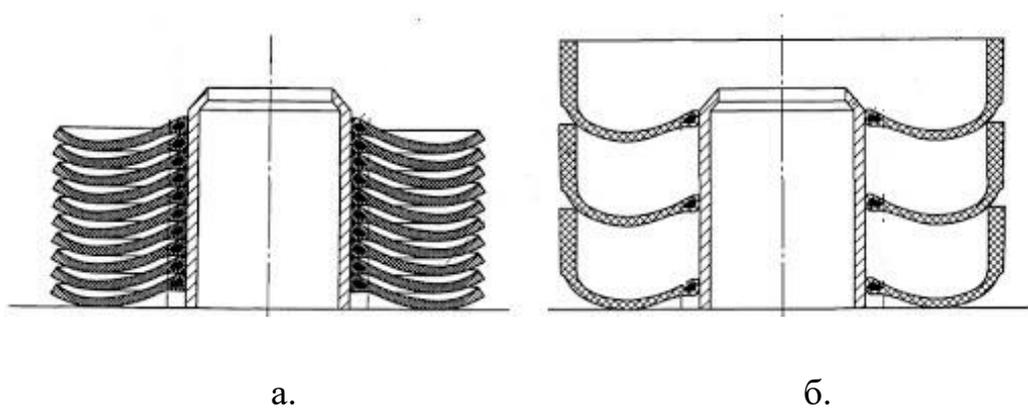


Рисунок 1.1.3 – Схемы укладки в стопу боковых частей покрышек (а) и разрезанных на половины (б) покрышек.

Конструкции борторезных станков весьма разнообразны. Принцип работы установки по вырезке боковины шины в основном описывается следующим образом. Изношенная покрышка закрепляется в установке с помощью разжимного или сжимного механизма. После того как покрышка надёжно закреплена в установке к ней подводится режущий инструмент в виде ножа. Включается электрический двигатель, покрышка начинает вращаться, режущий инструмент врезается в покрышку. После того как резание завершено, посадочное кольцо удаляется. Режущий инструмент отводится в исходное положение, покрышка без посадочного кольца снимается и отправляется на дальнейшую переработку, а на установку закрепляется следующая покрышка [4].

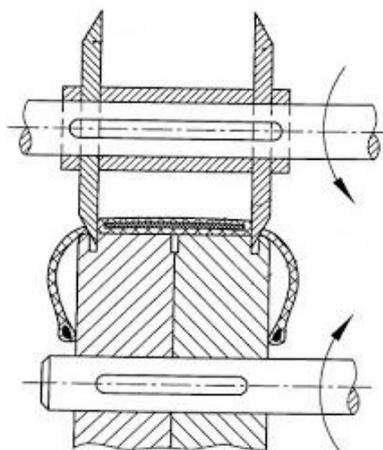


Рисунок 1.1.4 Устройство для разрезания покрышки с двумя дисковыми ножами.

Недостатками такого метода можно назвать габариты, вес и стоимость станка, а также сравнительно большие затраты на электроэнергию, в зависимости от диапазона размеров обрабатываемых шин.

Поскольку при данном способе разрезания покрышки более компактно при транспортировке можно разместить лишь боковые части (Рисунок 1.1.3), а бортовая часть будет занимать столько же пространства, то возникает необходимость дальнейшего резания бортовой части покрышки.

3. Способ разрезания покрышки по меридиану

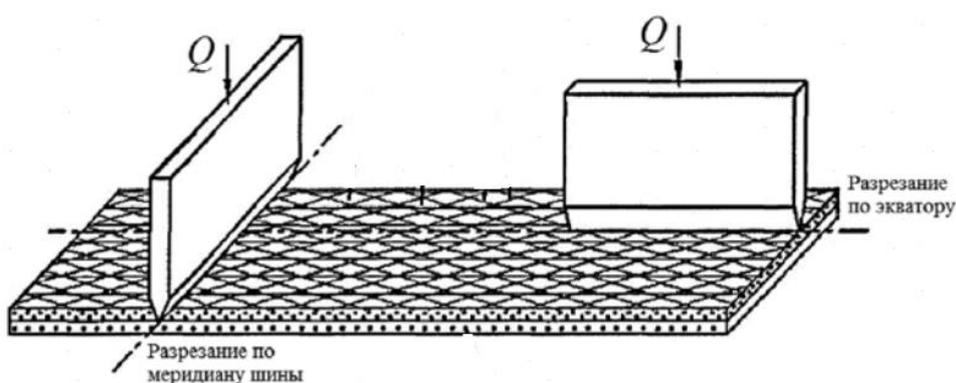


Рисунок 1.1.5 Схема разрезания протекторных браслетов по меридиану и по экватору

Известен способ разрезания покрышки по меридиану, данный способ обуславливается необходимостью предварительного отрезания бортовых колец.

Недостатком такого метода является то, что в случае радиальных покрышек, в связи с конструкцией металлокордного брекера, удельная сила резания по меридиану превышает удельную силу резания по экватору, поскольку число нитей, находящихся на единицу длины реза по меридиану в несколько раз больше, чем при резании по экватору.

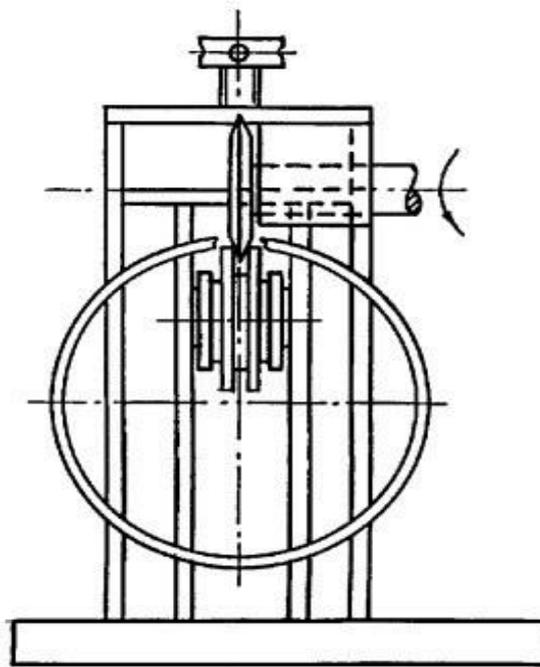


Рисунок 1.1.6. Устройство для разрезания покрышки по меридиану

На основании вышесказанного, делаем вывод, что при транспортировке покрышек, целесообразно использовать диаметральною резку покрышек с одной дисковой фрезой, поскольку данный способ является наиболее экономически выгодным с точки зрения укладки покрышек. Также данный способ не является энергозатратным, и имеет несложную компоновку установки. Разрезанные на две части покрышки легко поддаются дальнейшей механической переработке, а сама установка является предварительным звеном в целой линии по переработке покрышек.

Далее представлен обзор промышленных установок для разрезания покрышек, которые способны разрезать шину на две части по экватору.

1. Делитель шин

Делитель шин ДШ (в дальнейшем – станок) предназначены для разрезания по экватору целых металлокордных шин на две кольцевые части. Область применения – предприятия по сбору, хранению и утилизации шин.

Установка предназначена для переработки автомобильных покрышек с наружным диаметром покрышки до 1630 мм, посадочным диаметром от 450 до 660 мм и шириной до 510 мм.



Рисунок 1.1.7. Конструкция установки «Делителя шин».

Технические характеристики приведены в таблице 1.1.8.

Таблица 1.1.8. Основные технические характеристики

Габариты станка, мм	1180x934x2037
Производительность, шт/час	До 60
Мощность эл. двигателя, кВт	3,0
Мощность эл. двигателя маслостанции, кВт	4,0
Число оборотов ножа об/мин	45
Давление в гидросистеме, Мпа	16

Станок состоит из рамы сварной конструкции, редуктора, корпуса подшипникового, на выходном валу которого установлен дисковый нож, подвижной каретки со свободно вращающимся роликом, электродвигателя, гидропривода и защитных ограждений. Гидропривод состоит из электродвигателя АИР100L4, насоса НШ-32М и узла гидрораспределителей ВЕ-10 с регулирующими клапанами. Привод ножа состоит из корпуса, в котором расположен вал на подшипниках, редуктора Ц2У-160-16-21, электродвигателя АИР100S4 связанного с редуктором ремнями Б-800. На валу закреплён дисковый нож.

2. Станок ББ-400 для резки покрышек диаметром до 1600мм.

Данный станок режет покрышки на два бортовых кольца, две боковины, разрезанную по радиусу на две части беговую дорожку, всего 4-8 фрагментов-колец. Полученные фрагменты в виде колец, готовы к более глубокой переработки. Транспортировка, погрузка, хранение таких разделанных шин дешевле в разы по сравнению с цельными покрышками.



Рисунок 1.1.9. Конструкция установки резака.

Таблица 1.1.10. Основные технические характеристики

Тип резака	механический
Производительность, кг/час	500 до 2000
Установленная мощность, кВт/ч	2,2
Среднее эн. потребление кВт/ч	1,2
Габариты	1800x1800x2500

Принцип работы резака:

Шины транспортируются к месту переработки. Изношенная покрышка поднимается с помощью системы подъема и посадки шин или лебедкой ручной или механической, электротельфером до уровня посадочного зажимающего патрона и вставляется в него.

Патрон зажимает шину, это делает рабочий: механическим способом разводит зажимные лапы патрона. Одна из зажимающих лап посадочного патрона должна находиться строго по центру, сверху, в противном случае шина будет зажата неравномерно. Шина должна сесть в патрон до упора.

После этого включается привод зажимного патрона, и автошина начинает вращаться. Нижним ножом режется шина по центру беговой дорожки. Нож входит во вращающуюся шину постепенно, его подводит рабочий через систему выдвижения (по принципу работы резца токарного станка). После, полного разрезания покрышки по центру симметрии, нижний нож задвигается обратно.

3. Станок для резки шин на куски ДН0

Предназначен для разрезания целых текстильных и металлокордных шин на куски. А также для резки шин, предварительно разрезанных на две кольцевые части.

Таблица 1.1.11. Основные технические характеристики

Габариты станка, мм	1420x930x1300
Производительность, шт/час	30-60
Мощность эл. двигателя, кВт	3,0
Число оборотов ножа об/мин	20



Рисунок 1.1.12. Конструкция установки станка для резки шин на куски.

Станок состоит из рамы сварной конструкции, редуктора-делителя мощности, на выходных валах которого установлены шиповой контр-нож и дисковый нож, электродвигателя, рабочего стола, защитных ограждений и аварийного выключателя. Электропривод состоит из электродвигателя 4A132S6 соединенного с редуктором-делителем мощности с помощью ременной передачи.

Редуктор-делитель мощности состоит из корпуса, в котором расположены валы на подшипниках и шестерни, обеспечивающие необходимое число оборотов шипового контр-ножа и дискового ножа.

1. 2 Анализ конструкций

Проанализировав способы подробно, становится понятно, что каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. В одних установках механизм зажима выполнен в горизонтальной плоскости, в других – в вертикальной, вращение может задаваться либо крышкой, либо режущему инструменту. Одни установки способны закреплять шины очень больших размеров, другие – шины небольшого диаметра, но все они рассчитаны на небольшой диапазон диаметров шин. Анализ позволяет привести наиболее важные рекомендации по проектированию установки, а именно:

1. Кинематика резания;
2. Подвод инструмента;
3. Мощность привода;
4. Способ крепления шины;
5. Материал и геометрия режущего инструмента;
6. Эргономика установки;

1. В качестве кинематики резания вращение будет задаваться дисковой фрезе, а крышка будет закреплена на роликах, которые могут свободно вращаться, это позволит повысить жёсткость при врезании режущего инструмента в крышку.

2. Необходимости в автоматическом подводе инструмента нет. Бесспорно, автоматика удобнее и безопаснее, но на данной установке механический подвод не составляет особого труда, к тому же он значительно дешевле и легко ремонтируется в случае поломки, в отличие от автоматического привода, которому будет нужен дорогостоящий ремонт.

3. Также нет необходимости в большой мощности привода, мощность привода для разрезания крышек легковых автомобилей не превышает 3кВт

4. Так же не имеет смысла использовать более сложные, не нуждающиеся в переналадке механизмы с использованием электричества или сжатого воздуха. Они достаточно надёжные, но очень дорогие. Самым удачным механизмом является полностью механический механизм, надёжный и не обладающий большой ценой, а также фиксирующий покрышку по кольцу и не требующий переналадки.

5. К сожалению производители установок не предоставляют информацию по материалу и геометрии режущего инструмента, поэтому в качестве режущего инструмента принимается фреза дисковая по ГОСТ 2679-93, материал быстрорежущая сталь.

6. В качестве эргономики установки должны быть рассмотрены такие факторы, как лёгкость загрузки-разгрузки шины, простота закрепления шины и управления резанием. При загрузке-разгрузке, установки с вертикальными механизмами зажима проигрывают горизонтальным, так как одному рабочему тяжело держать шину и одновременно фиксировать её механизмом зажима, что не скажешь про горизонтальные установки, которые имеют горизонтальный стол, на который можно положить шину и затем уже закреплять, одна ко при этом появляется необходимость в механизме зажима покрышки.

При выводе расчетов разрабатываемого устройства использованы конструктивные особенности, энергосиловые характеристики перерабатывающих установок для разрезания шин и приняты вытекающие положения:

- нож и ролик являются окружностями, при этом оси их вращения совпадают с геометрическими центрами данных окружностей;
- при разрезании нож и ролик находятся в стабильном контакте;
- относительное проскальзывание разрезаемого материала покрышки, ножа и ролика отсутствует;

- равнодействующая силы разрезания выделенного слоя приложена в середине линии реза.
- абсолютное прорезание всего материала происходит по линии, также соответствующей дуге окружности режущей кромки ножа;

1.3 Аналитический обзор приводов для линейного перемещения

При разработке схемы станка необходимо провести обзор приводов для линейного перемещения, которые могли бы обеспечить подачу покрышки к неподвижному режущему инструменту.

Линейный привод - совокупность приспособлений, назначением которых является приведение в действие исполнительного органа машин по линейному поступательному движению.

Обычно под линейным приводом понимается независимо работающее устройство с двигателем и системой управления, но бывает, что электрическая часть поставляется отдельно. В некоторых случаях есть ручной привод, являющийся единственным или запасным.

В зависимости от типа и устройства, линейный привод обеспечивает перемещение по прямой или фиксированной кривой, на плоскости или в пространстве.

Степень автоматизации привода может быть разной, от движения вперед-назад только при удержании соответствующей клавиши до полностью автономной работы по программе.

По принципу работы линейные привода можно разделить на:

- электрические;
- пневматические;

- гидравлические.

На рисунке 5 представлена классификация приводов линейного перемещения.

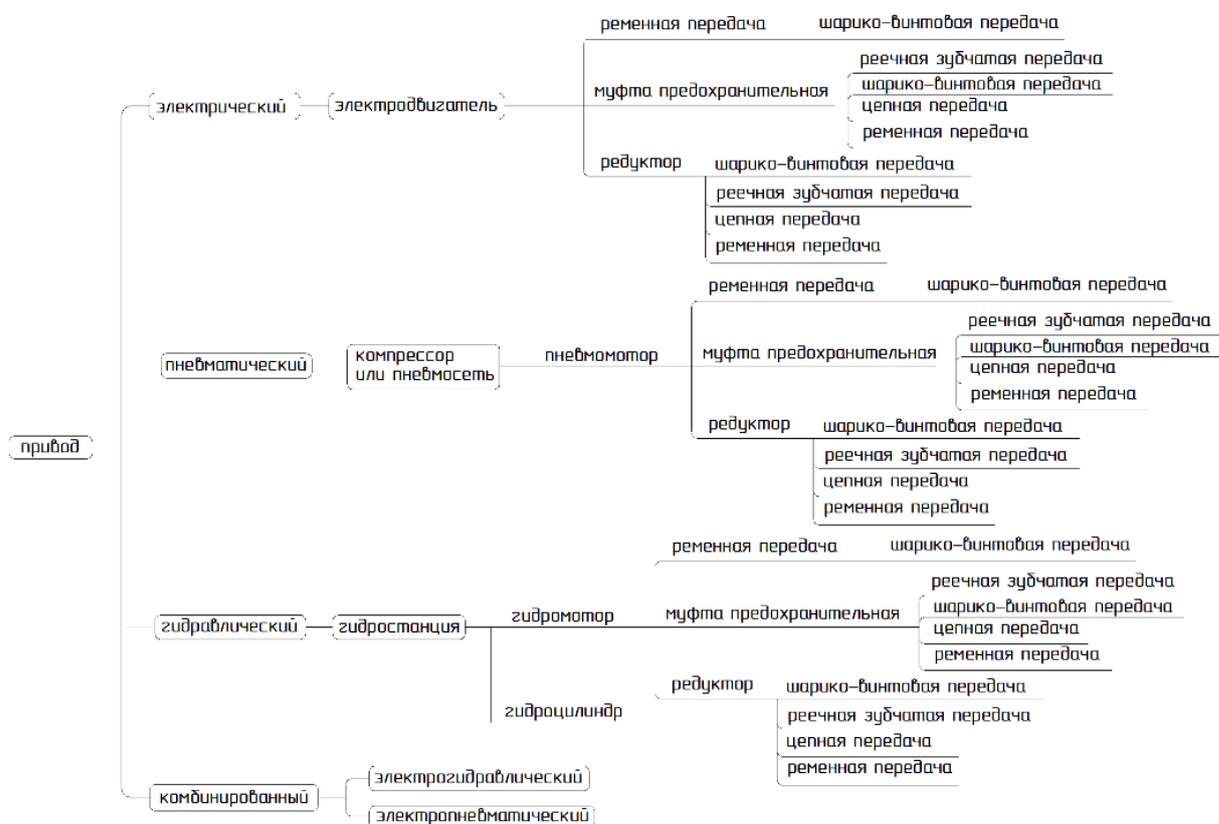


Рисунок 1.3.1. - Классификация приводов линейного перемещения.

1.1 Электрический привод

Электропривод (рисунок 1.3.2.) состоит из двигателя, зубчатой червячной передачи, передачи винт-гайка (в зависимости от исполнения, привод может также комплектоваться шарико-винтовой или роliko-винтовой передачами) в защитном корпусе, переднего и заднего крепежей, и концевого датчика в качестве ограничителя рабочего хода.

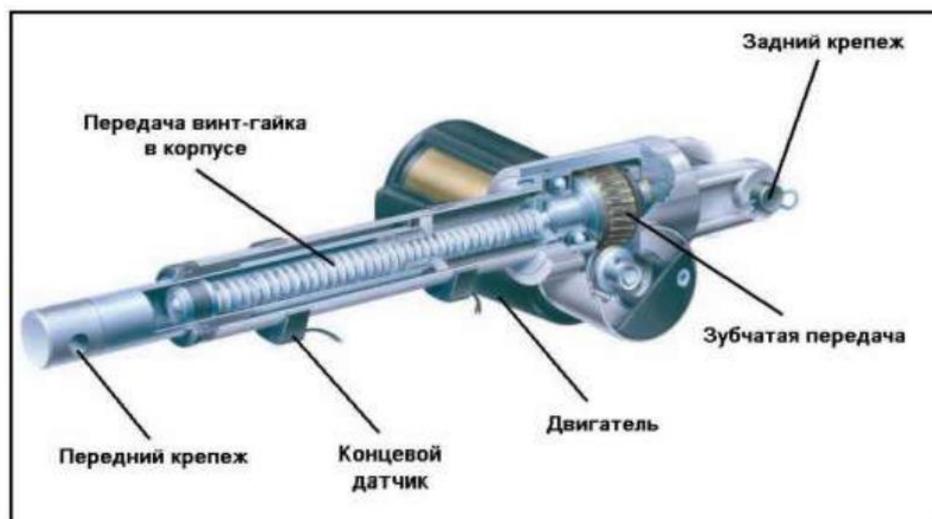


Рисунок 1.3.2. - Конструкция электродвигателя.

Передачи винт-гайка скольжения состоят из катанного стального винта и пластиковой гайки. Это, достаточно экономичное в плане денежных затрат решение, обладает положительным свойством: пластик и металл контактируя друг с другом не заклинивают механизм. Передача винт-гайка скольжения характеризуется очень низким шумом работы, что позволяет использовать это решение в аппаратуре, установленной в офисах, госпиталях и т.д. Другое важнейшее преимущество пар винт-гайка - высокий коэффициент трения в передаче.

Это свойство особенно полезно в задачах, где требуется самостопорение, т.е. необходимо предотвратить самопроизвольное перемещение в направлении приложенной нагрузки. Например, при использовании привода для перемещения вертикально регулируемых столов, такая конструкция позволяет разместить на столе большие тяжести без изменения положения стола по вертикали. При этом не требуется установка дополнительного стопорного узла или тормоза для обеспечения неподвижности рабочего органа при отключении электропривода.

Шарико-винтовые передачи (ШВП, шарико-винтовая пара) полностью изготавливаются из стали и оснащены несколькими рядами шариков, циркулирующих в замкнутых каналах между винтом и гайкой. Такая

конструкция обеспечивает чрезвычайно низкий коэффициент трения между гайкой и винтом, поскольку здесь имеет место не трение скольжения, а трение качения. По сравнению с передачей винтгайка скольжения, ШВП характеризуется значительно меньшими темпами износа, поэтому разница в сроке службы между этими типами передач составляет почти 10 раз в пользу ШВП при одинаковых условиях нагружения и работы. Такая износоустойчивость шарико-винтовых передач также означает их способность работать в условиях экстремальных нагрузок. Благодаря низкому уровню трения, ШВП не нагревается в процессе работы.

Как следствие, шариковинтовые пары прекрасно подходят для случаев, когда требуется функционирование механизмов длительные периоды времени на высоких скоростях. Одна из главных характеристик ШВП - это очень большой КПД. Что, в свою очередь, позволяет использовать двигатель в 2 раза меньшей мощности, чем для той же задачи, но с использованием передачи винт-гайка скольжения. Для пользователя это означает более экономичное решение. Привод с шарико-винтовой парой обладает минимальным (либо нулевым) люфтом, и, следовательно, его точность значительно выше, что позволяет использовать такие электроприводы в задачах, где очень важны точность и повторяемость позиционирования.

Для крепежа перемещаемых приводом узлов машины могут быть использованы как специальные аксессуары, поставляемые вместе с электроприводами, так и шарнирные головки и шарнирные подшипники.

Преимущества электродвигателей:

- 1) Электрические привода обладают высокой точностью позиционирования.
- 2) Отсутствие риска загрязнения окружающей среды, что связано с отсутствием жидкостей.

3) Диагностическая информация доступна в режиме реального времени. Обеспечивается абсолютное управление параметрами движения.

4) В процессе работы, электрические привода тише гидравлических и пневматических.

Недостатки:

1) Начальная стоимость электрических приводов больше, чем пневматических и гидравлических.

2) При длительной работе электродвигатель может перегреваться, увеличивая износ редуктора.

3) Электродвигатель может также иметь крупные габариты, что может привести к трудностям его монтажа.

Пневматический привод

Пневматические линейные привода имеют в своем распоряжении поршень внутри полого цилиндра. Давление от внешнего компрессора или ручного насоса перемещает поршень внутри цилиндра. При повышении давления поршень перемещается по оси, создавая линейную силу. Поршень возвращается в свое первоначальное положение посредством пружины или сжатого газа подаваемого с другой стороны поршня.

Преимущества:

1. Простота и экономичность.

2. Пневматические привода позволяют точно управлять перемещением обеспечивая точность в пределах 2,5 мм и повторяемость в пределах 0,25 мм.

3. Использование воздуха в пневматических приводах избавляет от необходимости использования опасных материалов. Предоставленные привода удовлетворяют запросам взрывозащищенности и безопасности.

Недостатки:

1. Вследствие сжимаемости воздуха и потери давления, пневматические привода будут менее действенными, чем остальные способы организации линейного перемещения. Ограничения компрессора и системы подачи значит, что работа на слабом давлении приведет к незначительным силам и скоростям.

2. Несмотря на то, что воздух легко доступным компонентом, он может быть загрязнен маслом или смазкой, что приводит к простоям и необходимости в обслуживании.

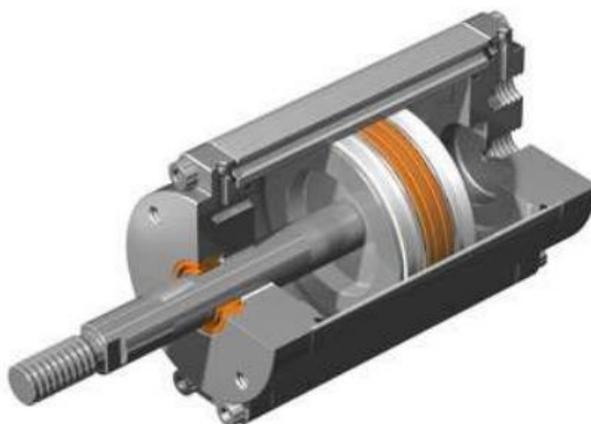


Рисунок 1.3.3. Цилиндр пневматического привода.

Гидравлический привод

Гидравлический привод - это совокупность объемных гидромашин, гидроаппаратуры и других устройств, предназначенная для передачи механической энергии и преобразования движения посредством жидкости. Структурно гидропривод состоит из насосов, контрольно-регулирующей и распределительной аппаратуры, гидродвигателей, рабочей жидкости, емкости (бака) для ее содержания и средств (фильтров и охладителей), сохраняющих ее качества, а также соединительной и герметизирующей арматуры.

Преимущества:

1. Гидравлические привода годятся для решений, требующих большие силы. Они способны создавать силу во много раз больше, чем пневматические привода того же размера.

2. Гидравлические двигатели имеют значительный показатель мощность на объем.

3. Гидравлические привода могут размещаться на существенной дистанции от насосов и двигателей с наименьшей утратой мощности.

4. Гидравлические привода могут держать силу и момент неизменным без подачи насосом добавочной жидкости или давления, так как жидкости в отличии от газа почти не сжимаются.

Недостатки:

1. Потеря жидкости в гидравлических приводах приводит к уменьшению результативности. Также утечка жидкости приводит к загрязнениям и вероятным повреждениям вблизи размещенных компонентов.

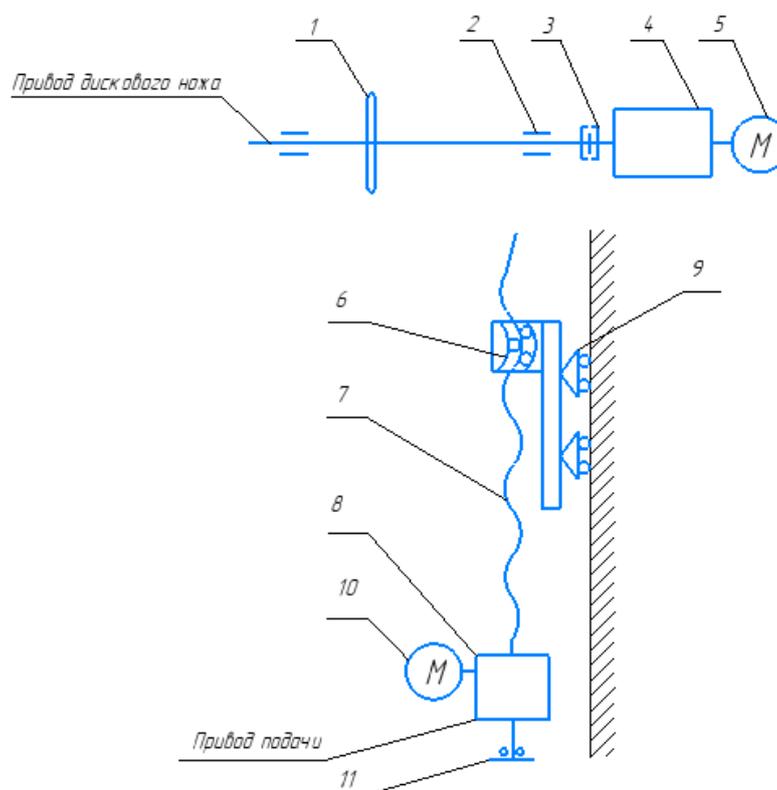
2. Гидравлические привода требуют немало сопутствующих компонентов, которые включают резервуар для жидкости, двигатели, насосы, стравливающий клапан, теплообменник и др. В связи с чем данные привода затруднительно разместить.



Рисунок 1.3.4. - Цилиндр гидравлического привода.

Вывод: Рассмотрев различные виды и классификации приводов линейного перемещения. С легкостью можем сказать, что наиболее предпочтительным будет электропривод линейного перемещения с шарико-винтовой передачей. Так как, в отличие от остальных приводов линейного перемещения, ШВП имеет наибольшее преимущество.

1. 4 Разработка схемы и компоновки установки



- | | |
|------------------|------------------------|
| 1 – Дисковый нож | 7- ходовой винт |
| 2 – Подшипник | 8 - редуктор |
| 3 – Муфта | 9 - каретка |
| 4 – Редуктор | 10 - Мотор |
| 5 – Мотор | 11 – подшипник упорный |
| 6 - Гайка | |

Рисунок 1.4.1. Концептуальная схема привода подачи и привода главного движения станка.

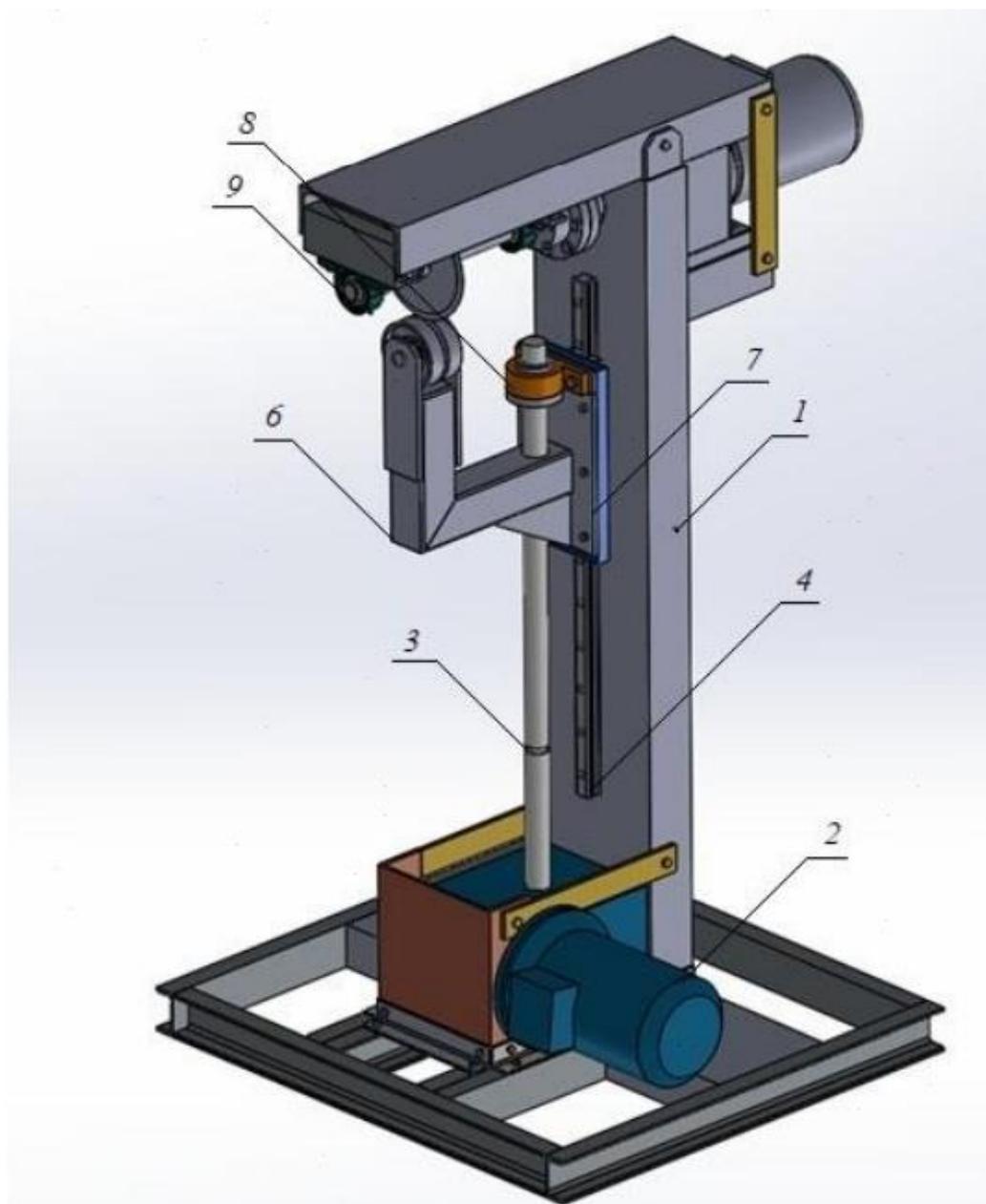


Рисунок 1.4.2 Общий вид установки

Установка для продольного резания покрышек, общий вид которой приведен на рисунке 1.4.2 соответственно, чертеж и спецификация представлены в приложении 1, предназначена разрезания автомобильных покрышек на две части, максимальные размеры которых 250 мм в толщину и 1200 мм в длину. Каркас установки 1 выполнен из швеллеров стальных горячекатаных, сваренных между собой. Каркас состоит из трех площадок для закрепления сборочных единиц: основание, средний и верхний уровень. На основание устанавливаются следующие элементы: пластина, на которую устанавливается мотор-редуктор 2, упорный подшипник, на который

опирается ходовой винт 3. На среднем уровне расположены: рельсовая направляющая 4, которая крепится к корпусу редуктора болтами, через заранее проделанные отверстия, две каретки 5, совершающие поступательное движение вдоль направляющей и сварная конструкция, состоящая из кронштейна 6 и пластины 7, к которой крепится гайка 8. На верхнем уровне расположен привод 9 дискового ножа.

Рассмотрим элементы процесса резания. Они представлены на рисунке 1.4.3. Разрезание покрышки осуществляется с помощью дисковой фрезы 10, которая крепится на валу верхнего привода. Крутящий момент передается на фрезу через шпоночное соединение с валом, куда крутящий момент приходит через муфту 11 от мотор-редуктора 12. Вал фиксируется в двух подшипниковых узлах 13.

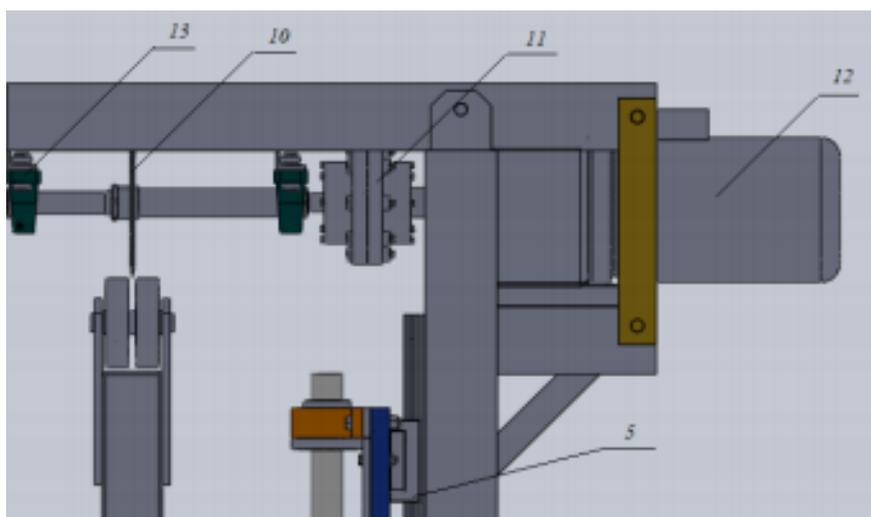


Рисунок 1.4.3 Привод главного движения

На станке производится разрезание покрышки на две кольцевые части. После включения станка покрышка навешивается на прижимной ролик, кнопкой «Пуск – Нож» включается привод ножа, затем включается привод подачи, кнопкой «Цилиндр вверх» покрышка прижимается к ножу и покрышка разрезается на две кольцевые части. Рабочий направляет покрышку так, чтобы линия реза располагалась по середине протектора. После

разрезания покрышки, кнопкой «Стоп – Нож» останавливается привод, кнопкой «Цилиндр вниз» прижимной ролик опускается вниз и половинка покрышки снимается со станка.

Эксплуатация станка

Станок обслуживает один рабочий.

Перед началом работы необходимо:

- проверить наличие и состояние всех ограждений и защитных кожухов;
- проверить наличие и состояние защитного заземления;
- проверить работу кнопки аварийного отключения;
- опробовать работу всех узлов и механизмов на холостом ходу.

Пуск электродвигателя привода осуществляется кнопкой «Пуск - Нож» расположенной на пульте.

Останов станка производится кнопкой «Стоп - Нож».

Аварийный останов станка осуществляется при помощи грибковой кнопки «Общий Стоп».

Во время работы, рабочий направляет покрышку так, чтобы линия реза располагалась по середине протектора. Руки рабочего должны располагаться не выше середины покрышки.

После окончания работы отключить станок от электросети вводным выключателем.

Электрооборудование

Привод вращения ножа снабжен мотор-редуктором цилиндрических MR373-47/29.47- 2.2/1500-M1, с мощностью электродвигателя 2,2 кВт, частота вращения ротора 1500 об/мин.

Электродвигатель управляется нереверсивным магнитным пускателем типа ПА-322 с нагревательным элементом.

Включение и выключение электродвигателя производится с помощью соответствующих кнопок «Пуск» и «Стоп».

Привод подачи снабжен червячным мотор-редуктором NMRV- 105 - 60 – 23,3 - В5 - 2,2, с мощностью электродвигателя 2,2 кВт, частота вращения ротора 1500 об/мин.

Электродвигатель управляется нереверсивным магнитным пускателем типа ПА-322 с нагревательным элементом.

Включение и выключение электродвигателя производится с помощью соответствующих кнопок «Пуск» и «Стоп».

1.5 Привод главного движения

На основании обзора станков для продольной резки покрышек, принимаем мощность привода ножа = 2,2 кВт

Выбираем мотор -редуктор MR373-100L/4

Характеристики:

Обороты на выходном валу – 47 об/мин;

Крутящий момент на выходном валу – 420 Нм;

Передаточное число – 29,47.

Крутящий момент на выходном валу мотор-редуктора:

$$T_{\text{ВЫХ}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{n_{\text{ВЫХ}}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{ВЫХ}}}{47}$$

Где $P_{\text{ВЫХ}}$ – мощность на выходном валу мотор-редуктора;

$n_{\text{ВЫХ}}$ – количество оборотов в минуту на выходном валу мотор-редуктора.

Отсюда,

$$P_{\text{ВЫХ}} = \frac{T_{\text{ВЫХ}} \cdot n_{\text{ВЫХ}}}{9550} = \frac{420 \cdot 47}{9550} = 2,07 \text{ кВт}$$

Мощность на валу привода дискового ножа:

$$P_{\text{вала}} = P_{\text{вых}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{подш}} = 2,07 \cdot 0,98 \cdot 0,99 = 2 \text{ кВт}$$

где $\eta_{\text{м}}$ - КПД муфты ($\eta_{\text{м}} = 0,98$);

$\eta_{\text{подш}}$ - КПД подшипников качения ($\eta_{\text{подш}} = 0,99$).

Крутящий момент на валу привода:

$$T_{\text{вала}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{вых}}}{n_{\text{вых}}} = 9550 \cdot \frac{2}{47} = 407,4 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

При разрезании покрышки возникают нормальная сила и сила трения.

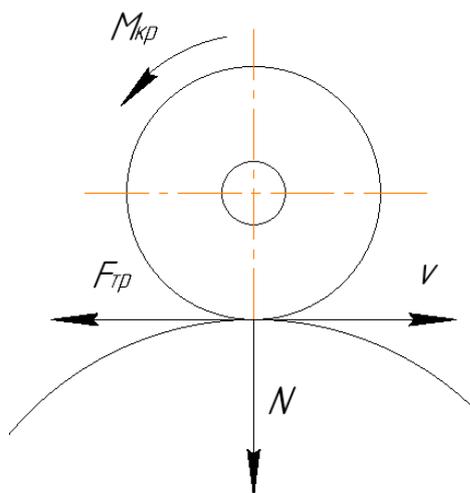


Рисунок 1.5.1. Схема сил

Максимальная сила резания наблюдается при разрезании стали, поэтому будем считать, что сила резания возникает при контакте со сталью.

Рассчитаем максимальную силу сопротивления крутящему моменту:

$$M_{\text{кр}} = M_{\text{с}} = F_{\text{тр}} \cdot R_{\text{н}},$$

Где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент на валу, $M_{\text{кр}} = 407,4 \text{ Нм}$;

$M_{\text{с}}$ – момент сопротивления крутящему моменту;

$F_{\text{тр}}$ – сила трения;

$R_{\text{н}}$ – радиус дисковой фрезы, $R_{\text{н}} = 0,1 \text{ м}$.

$$F_{\text{тр}} = \frac{M_{\text{кр}}}{R_{\text{н}}} = \frac{407,4}{0,1} = 4074 \text{ Н}.$$

Выразим нормальную силу через силу трения:

$$F_{\text{тр}} = N \cdot f_{\text{тр}},$$

Где N – сила реакции на вал;

$f_{\text{тр}}$ – коэффициент трения.

Поскольку еще притормаживает резина, то можно взять максимальное значение коэффициента трения стали по стали без смазки $\approx 0,2$.

$$N = \frac{F_{\text{тр}}}{f_{\text{тр}}} = \frac{4074}{0,2} = 20370\text{Н}$$

В результате получается максимально возможная нормальная сила, которая может быть развита. В процессе резания она будет немного меньше, но нож притупляется.

Далее при расчете нижнего привода нормальная сила должна быть преодолена допустимым значением осевой силы должна, которую может выдержать ШВП.

Подбор муфты

В качестве муфты выбираем муфту дисковую полужесткую.

Муфты подбирают по наибольшему диаметру соединяемых валов с соблюдением условия:

$$T_p \leq [T],$$

где T_p - расчетный крутящий момент:

$[T]$ - допускаемый крутящий момент, принимаемый из справочных таблиц к выбираемой муфте.

$$T_p = T \cdot K = 420 \cdot 1,5 = 630\text{Н} \cdot \text{м}$$

где T - крутящий момент на соединяемых валах, $\text{Н} \cdot \text{м}$;

K - коэффициент режима работы муфты ($K=1,5$).

Выбираем муфту с диаметром равным 40 мм, исполнения 1:

Муфта упругая втулочно-пальцевая 1-630-1-40-У3 ГОСТ 26455-97

Материал полумуфт – сталь 45 по ГОСТ 1050

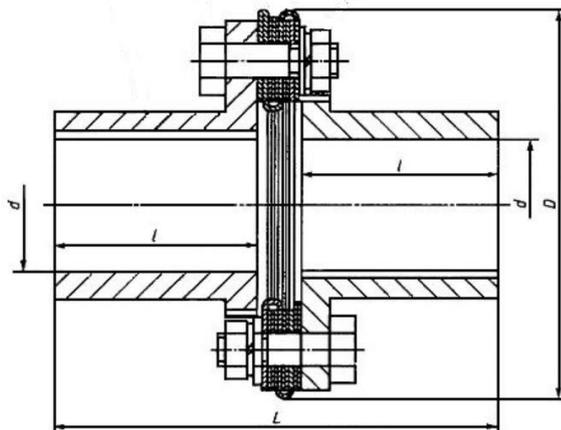


Рисунок 1.5.2. – Муфта дисковая полужесткая

1. 6 Привод подачи

При заданной скорости подачи $v = 150$ мм/мин, частота вращения винта:

$$n = \frac{v}{t \cdot 10^{-3}} = \frac{0,15}{6 \cdot 10^{-3}} = 25 \text{ мин}^{-1},$$

Где v – скорость подачи;

t – шаг винта.

Крутящий момент на винте:

$$M = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot d \cdot tg\alpha,$$

Где d -диаметр винта;

Q – осевая сила;

$tg\alpha$ – тангенс угла подъема винтовой линии.

$$M = \frac{1}{2} \cdot 20690 \cdot 0,063 \cdot 0,06 = 39 \text{ Нм}$$

Расчет геометрических параметров передачи швп

Необходимо произвести расчет шарико-винтовой передачи (ШВП) для определения геометрических параметров ШВП, таких как: внешний и внутренний диаметр винта, радиус канавки, расчетное количество тел качения (шариков), а также определение прочностных характеристик: ресурс работы пары, проверка гайки и винта на статическую прочность. Расчет будет производиться по формулам представленные в справочнике [5].

Расчет геометрических параметров ШВП

Для начала необходимо определить передаточное отношение винтовой пары по следующей формуле:

$$i = \frac{\omega}{v},$$

где ω – угловая скорость винта;

v – линейная скорость гайки.

- Угловая скорость винта:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

где ω – угловая скорость винта;

n – частота вращения выходного вала мотор-редуктора, $n = 23,3$ об/мин.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 23,3}{30} = 2,44 \frac{1}{c}$$

- Линейная скорость гайки:

$$v = k \cdot t \cdot \frac{n}{60},$$

Где k – число заходов резьбы, обычно ШВП выполняются однозаходными, то есть

$$k = 1;$$

t – шаг ходового винта, $t = 6$ мм;

$$v = 1 \cdot 6 \cdot \frac{23,3}{60} = 2,32 \frac{\text{мм}}{\text{с}}.$$

Определив скорость вращения ходового винта и линейную скорость гайки, рассчитаем передаточное отношение винтовой пары. Предварительно переведем линейную скорость гайки в систему СИ:

$$i = \frac{\omega}{v} = \frac{2,44}{0,0023} = 986.$$

Далее необходимо рассчитать средний диаметр винта, который зависит от момента инерции J .

- Момент инерции найдем по следующей формуле:

$$J = \frac{n_y \cdot F_H \cdot l^2}{q \cdot E},$$

где n_y – коэффициент запаса устойчивости, для ШВП закрепленных вертикально принять $n_y = 4$;

F_H – сила нагружения ходового винта. В данном случае сила будет складываться из веса: сварного кронштейна, привода, крышки, взаимодействующих непосредственно с ходовым винтом, а также осевой силы $F_H = 20970$ Н;

l – рабочая длина гайки, $l = 12$ мм;

q – коэффициент закрепления винта, $q = 40$;

E – модуль упругости, принять $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па.

Так как все величины известны можно рассчитать момент инерции ходового винта:

$$J = \frac{n_y \cdot F_H \cdot l^2}{q \cdot E} = \frac{4 \cdot 20970 \cdot 12^2}{40 \cdot 2,1 \cdot 10^{11}} = 96,85 \cdot 10^{-8} \text{ мм}^4$$

- Рассчитаем средний диаметр винта:

$$d_{\text{ср}} = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot J}{\pi}} = \sqrt[4]{\frac{64 \cdot 96,85 \cdot 10^{-8}}{3,14}} = 38,3 \text{ мм}$$

Округляем значение среднего диаметра до ближайшего большего стандартного значения из ряда: 3,5; 4; 4,5; 5; 6; 8; 10; 12; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100.

Принимаем $d_{\text{ср}} = 40$ мм.

Определив средний диаметр, рассчитаем диаметр тел качения (шариков), расчетное количество тел качения, КПД винтовой пары, углы подъема винтовой пары и трения.

- Диаметр шарика:

$$d_{\text{ш}} = K_p \cdot t,$$

где $d_{\text{ш}}$ – диаметр шарика;

K_p – коэффициент шага резьбы, $K_p = 0,6$;

t – шаг резьбы, $t = 6$ мм.

$$d_{\text{ш}} = K_p \cdot t = 0,6 \cdot 6 = 3,6 \text{ мм}$$

- Угол подъема винтовой пары:

$$\alpha = \arctan\left(\frac{t}{\pi \cdot d_{\text{ср}}}\right),$$

где t – шаг резьбы, $t = 6$ мм;

$d_{\text{ср}}$ – средний диаметр ходового винта, $d_{\text{ср}} = 40$ мм.

$$\alpha = \arctan\left(\frac{6}{3,14 \cdot 40}\right) = 2,69^\circ$$

- Приведенный угол трения:

$$\alpha_{\text{тр}} = \arctan\left(\frac{2 \cdot f_k}{d_{\text{ш}} \cdot \sin\beta}\right),$$

где f_k – приведенный коэффициент трения. Назначается в диапазоне $f_k = 0,007 \div 0,01$, примем $f_k = 0,01$;

$d_{\text{ш}}$ – диаметр шарика, $d_{\text{ш}} = 3,6$ мм;

β – угол контакта шарика с винтом и гайкой. Для круглой канавки принимается $\beta = 30^\circ$.

$$\alpha_{\text{тр}} = \arctan\left(\frac{2 \cdot 0,01}{3,6 \cdot \sin 30}\right) = 0,38^\circ.$$

- КПД винтовой пары:

$$\eta = \frac{\tan\alpha}{\tan(\alpha + \alpha_{\text{тр}})},$$

где α – угол подъема винтовой линии, $\alpha = 2,69^\circ$;

$\alpha_{\text{тр}}$ – приведенный угол трения, $\alpha_{\text{тр}} = 0,38^\circ$.

$$\eta = \frac{\tan\alpha}{\tan(\alpha + \alpha_{\text{тр}})} = \frac{\tan 2,69^\circ}{\tan(2,69^\circ + 0,38^\circ)} = \frac{0,05}{0,0566} = 0,88$$

- Длина рабочей части винтовой шариковой канавки:

$$L = \frac{l}{\sin\alpha},$$

где l – рабочая длина гайки, $l = 12$ мм;

α – угол подъема винтовой линии, $\alpha = 2,69^\circ$.

$$L = \frac{l}{\sin\alpha} = \frac{12}{\sin 2,69^\circ} = 201 \text{ мм}$$

- Расчетное количество тел качения:

$$N = \frac{L}{d_{\text{ш}}},$$

где L – длина рабочей части винтовой шариковой канавки, $L = 201$ мм;

$d_{\text{ш}}$ – диаметр шарика, $d_{\text{ш}} = 3,6$ мм.

$$N = \frac{L}{d_{\text{ш}}} = \frac{201}{3,6} \approx 56.$$

- Зазор между винтом и шариком:

$$S = 0,04 \cdot d_{\text{ш}} = 0,04 \cdot 3,6 = 0,144 \text{ мм.}$$

- Радиус канавки:

$$R = 0,51 \cdot d_{\text{ш}} = 0,51 \cdot 3,6 = 1,836 \text{ мм.}$$

- Внутренний диаметр винта:

$$d_{\text{вн}} = d_{\text{ср}} - 2 \cdot R = 40 - 2 \cdot 1,836 = 36,33 \text{ мм}$$

- Внешний диаметр винта:

$$d_{\text{н}} = d_{\text{вн}} + 2 \cdot h,$$

где h – глубина профиля резьбы у винта и гайки, $h = 0,3 \cdot d_{\text{ш}} = 0,3 \cdot 3,6 = 1,08$ мм.

$$d_{\text{н}} = d_{\text{вн}} + 2 \cdot h = 36,33 + 2 \cdot 1,08 = 38,49 \text{ мм}$$

Назначим винтовую пару FSC типа 40-6K5 из каталога [6].

После определения геометрических параметров ШВП пары необходимо проверить ее на прочность.

Расчет прочностных характеристик ШВП пары

Данном разделе рассчитаем ресурс работы винтовой пары, проверим на статическую прочность ходовой винт и гайку. Расчет будет производиться по формулам, представленным в справочнике.

Так как тип ходового винта нам известен, а именно FSC 40-6K5, то значение динамической грузоподъемности $C_\alpha = 43600$ Н [7].

- Расчет ресурса работы винтовой пары:

$$L = \left(\frac{C_{\text{аф}}}{F_H} \right)^3,$$

где $C_{\text{аф}}$ – фактическая динамическая грузоподъемность;

F_H – сила нагружения, $F_H = 20970$ Н.

Чтобы определить фактическую динамическую грузоподъемность воспользуемся формулой:

$$C_{\text{аф}} = C_\alpha \cdot K_\alpha \cdot K_P \cdot K_M,$$

где C_α – значение динамической грузоподъемности, $C_\alpha = 43600$ Н;

K_α – коэффициент точности передачи, $K_\alpha = 0,8 \div 1,0$, примем $K_\alpha = 0,85$;

K_P – коэффициент вероятности безотказной работы, примем $K_P = 0,85$;

K_M – коэффициент, учитывающий качество выплавки, стали, при обычной плавке $K_M = 1,0$.

$$C_{\text{аф}} = C_\alpha \cdot K_\alpha \cdot K_P \cdot K_M = 43600 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1 = 32500 \text{ Н}.$$

$$L = \left(\frac{C_{\text{аф}}}{F_H} \right)^3 = \left(\frac{32501}{20970} \right)^3 = 1,56 \text{ млн об.}$$

- Расчет ресурса работы ШВП пары в часах:

$$L = \frac{10^6 \cdot \left(\frac{C_{\text{аф}}}{F_H} \right)^3}{60 \cdot n_{\text{ср}}} = \frac{10^6 \cdot \left(\frac{32501}{20970} \right)^3}{60 \cdot 23,3} = 1,11 \cdot 10^4 \text{ ч.}$$

- Условие статической прочности гайки (проверка на прочность):

$$F_{H\text{max}} < C_\alpha \cdot K_{\text{ак}},$$

где C_α – значение динамической грузоподъемности, $C_\alpha = 32501$ Н;

K_{α_k} – скорректированное значение коэффициента $K_{\alpha} = 0,7 \div 1$, примем $K_{\alpha_k} = 1$;

Запишем произведение $C_{\alpha} \cdot K_{\alpha_k}$ коэффициентом C_{α_k} , тогда

$$C_{\alpha_k} = 32501 \cdot 1 = 32501H.$$

F_{Hmax} – максимальная сила нагружения.

$$F_{Hmax} = F_{нат} + 0,65 \cdot F_H,$$

где $F_{нат}$ – значение натяга, принимается $F_{нат} = (0,4 \div 0,8) \cdot F_H = 8388 \div 16776H$, примем $F_{нат} = 16000H$.

$$F_{Hmax} = 16000 + 0,65 \cdot 20970 = 29630H.$$

- Проверим условие статической прочности гайки:

$$F_{Hmax} < C_{\alpha} \cdot K_{\alpha_k}$$

$$29630 < 32501 \text{ – Условие выполняется}$$

Условие статической прочности ходового винта (проверка на прочность):

$$F_{Hmax} < F_{кр},$$

где $F_{кр}$ – значение критической силы

$$F_{кр} = \frac{\pi^3 \cdot E \cdot d_{вн}^4}{64 \cdot S \cdot (\mu \cdot L)^2},$$

где E – модуль упругости, принять $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па;

S – коэффициент запаса, принять $S = 3$;

μ – коэффициент, зависящий от способа закрепления винта, $\mu = 1$

L – длина винта, $L = 1500$ мм;

$d_{вн}$ – внутренний диаметр ходового винта, $d_{вн} = 36,33$ мм.

$$F_{кр} = \frac{\pi^3 \cdot E \cdot d_{вн}^4}{64 \cdot S \cdot (q \cdot L)^2} = \frac{3,14^3 \cdot 2,1 \cdot 10^{11} \cdot 36,33^4}{64 \cdot 3 \cdot (1 \cdot 1500)^2} = 45220H$$

- Проверим условие статической прочности ходового винта:

$$F_{Hmax} < F_{кр}$$

$$29630 < 45220 - \text{Условие выполняется.}$$

Вывод

В ходе работы над конструкторской частью был проведен литературный анализ аналогичных способов разрезания покрышек на две части, в следствие чего был выбран способ разрезания покрышки одной дисковой фрезой. Смоделирована концепция резательной установки в программной среде SolidWorks. Разработаны и рассчитаны привод дисковой фрезы и привод подачи. Рассчитан минимально допустимый диаметр ШВП винта.

2. Технологическая часть

Введение

Машиностроение - одна из основных отраслей экономики, дающая определение развитию различных комплексов. От степени развития отрасли машиностроения напрямую зависят одни из важнейших удельных показателей ВВП Российской Федерации. В развитых экономически странах процент отрасли машиностроение в целом промышленном выпуске составляет приблизительно 35–50%, тем временем в РФ она лишь еще достигает 20%.

На данный момент сложнейшими проблемами в отрасли машиностроения, как и в ряде других отраслей промышленного хозяйства, является моральное и физическое старение технологического оборудования, достигающий около 60–80%. Большая часть технологических устройств не обновлял ничего уже более 15-20 лет. При всем этом инвестиции предприятий чрезвычайно малы и скорость выбывания технических устройств в 3-5 раз выше темпов проектирования и выхода из строя новых технических устройств.

Такая ситуация как следствие определенного ряда причин. Большинство предприятий используют не всю свою мощность и загружены всего на 30–50%, что является недостатком и не только инвестиционных, но и оборотных средств.

Организации отраслевой промышленности могло способствовать восстановление на высоком уровне государственной системы изучения технических и технологических приоритетов будущего в течении следующих 5-10 лет, так, как это уже развито в различных промышленно развитых странах (Англии, Германии, Японии, Франции, Америке). Чтобы воплотить это в жизнь на постоянной основе, пользуясь наработками ученых из РАН (Российской Академии Наук), используя ведущие центры технической и технологической направленности, под предводительством Министерства

образования и науки России, а также привлекая заинтересованные министерства и ведомства, необходимо прогнозировать развитие техники и технологий, способствующие созданию кардинально новых продуктов, востребованных рынком. Следующим шагом является, прослеживание необходимых технологических схем, приводящих к производству необходимой продукции, иными словами определяя наличие (или отсутствие) необходимых фундаментальных и прикладных знаний, ноу-хау, технологий, специалистов, производственных мощностей и прочего., специализированный исследовательский центр обязан давать оценку времени и объему требуемых вложений для поддержания такого продукта.

Принимая во внимание то, что, к примеру, из существующего в стране технологического оборудования (станков, силовых агрегатов и пр.) в 3 млн. штук оборудования около 2 млн. штук уже отработали свой ресурс, практически невозможно представить, как предприятия различных отраслевых промышленности обновят свое технологическое оборудование (станки, силовые агрегаты и пр.) без государственной поддержки в довольно сжатые сроки.

Целью работы является проектирование технологического процесса изготовления детали [приложение А – деталь «вал»], обуславливающего необходимость производства: расчетов припуска, режимов резания, подбора оборудования, приспособления и инструмента необходимых для выполнения обработка согласно установленным режимам резания и расчета нормы времени, затраченного на изготовление одной детали.

Деталь «вал» является опорой для вращающихся деталей и предназначена для передачи крутящего момента вдоль линии оси детали.

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

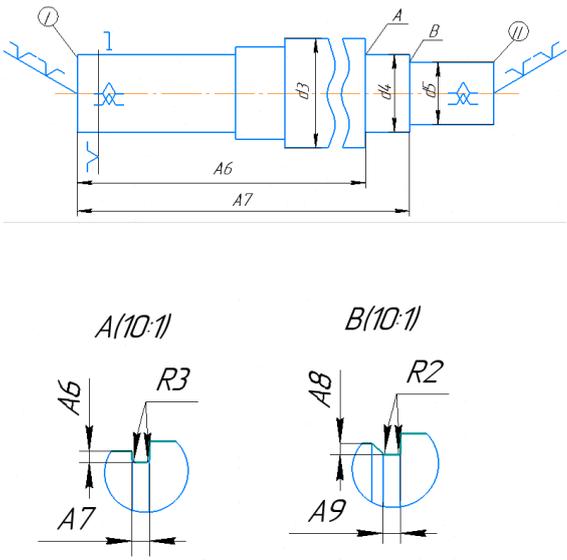
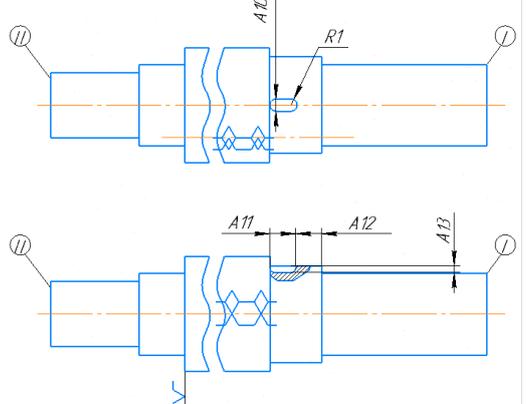
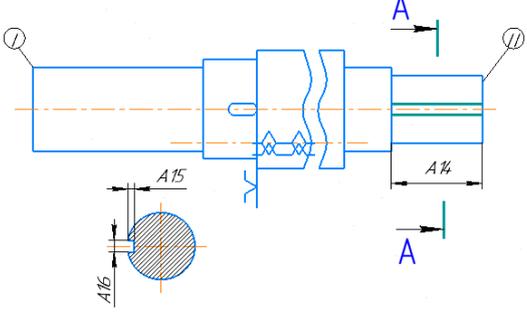
Деталь изготавливается из конструкционной углеродистой качественной стали 45 по гост ГОСТ 1050-88. Вид заготовки – круглый прока, имеет низкую стоимость изготовления, простота большинства поверхностей, обеспечивает хороший доступ при их обработке и техническом контроле. При изготовлении детали не используются специальные инструменты, поэтому изготовление детали экономически выгодно в условиях мелкосерийного производства.

2.2 Выбор заготовки

При изготовлении детали типа «вал», возможно использование следующих видов заготовки – поковка, прокат и штамповка. Основываясь на установленном типе производства (мелкосерийное) наиболее выгодным с точки зрения стоимости изготовления является прокат. Учитывая размеры изготавливаемой детали, выбираем круглый прокат 43 ГОСТ 2590-88

2.3 Технологический маршрут

№ операции	Название операции	№ перехода	Наименование переходов	Эскиз
1. (005)	Заготовительная		Отрезать заготовку, выдерживая размер A_1	
2. (010)	Токарная	1-2	1. Подрезать торец I выдерживая размер A_2 . 2. Центровать торец I (ГОСТ 14034-74)	
		3-4	3. Подрезать торец II выдерживая размер A_3 . 4. Центровать торец II (ГОСТ 14034-74).	
3. (015)	Токарная	5-8 (черновая)	5. Точить поверхность, выдерживая размеры d_1 и A_5 . 6. Точить поверхность, выдерживая размеры d_2 и A_4 . 7. Точить канавку выдерживая размеры A_6, A_7, d_3, R_3 . 8. Точить канавку выдерживая размеры A_8, A_9, d_2, R_2 .	

		9-12 (черно вая)	<p>9. Точить поверхность, выдерживая размеры $d5$ и $A7$.</p> <p>10. Точить поверхность, выдерживая размеры $d4$ и $A6$.</p> <p>11. Точить канавку выдерживая размеры $A6, A7, d3, R3$.</p> <p>12. Точить канавку выдерживая размеры $A8, A9, d4, R2$.</p>	
4. (020)	Фрезерная	13	13. Фрезеровать паз, выдерживая размеры $R1, A10, A11, A12, A13$.	
5. (025)	Фрезерная	14	14. Фрезеровать паз, выдерживая размеры $A14, A15, A16$.	

6. (030)	Токарная	15-17 (чистовая)	<p>15. Точить поверхность, выдерживая размеры A_{18} и d_6.</p> <p>16. Точить поверхность, выдерживая размеры A_{17} и d_7.</p> <p>17. Точить фаску, выдерживая размер $C_{1 \times 45}$.</p>	<p>The drawing shows a shaft with a central section of diameter d_7 and length A_{17}. To the right, there is a section of diameter d_6 with a total length A_{18}. Both ends of the shaft are chamfered with a $C_{1 \times 45}$ chamfer. Circled numbers 1 and 2 indicate specific features on the shaft.</p>
	Токарная	18-21 (чистовая)	<p>18. Точить поверхность, выдерживая размеры A_{21} и d_8.</p> <p>19. Точить поверхность, выдерживая размеры A_{19} и d_9.</p> <p>20. Нарезать резьбу, выдерживая размеры M_1 и A_{20}.</p> <p>21. Точить фаску, выдерживая размер $C_{2 \times 45}$.</p>	<p>The drawing shows a shaft with a section of diameter d_9 and length A_{19}. To the right, there is a section of diameter d_8 with a total length A_{21}. A threaded section of length A_{20} and diameter M_1 is located between the d_9 and d_8 sections. Both ends of the shaft are chamfered with a $C_{2 \times 45}$ chamfer. Circled numbers 1 and 2 indicate specific features on the shaft.</p>
7. (035)	Термическая обработка		Закалить вал	

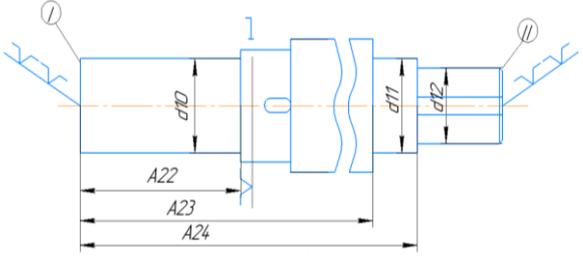
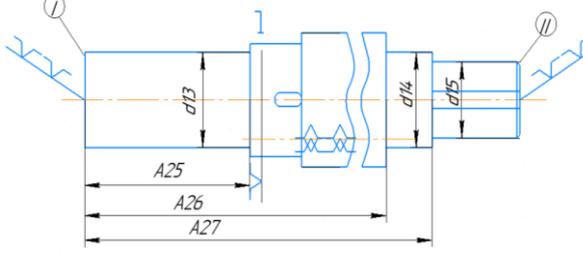
8. (040)	Шлифовальная чистовая	21- 23	<p>21 Шлифовать поверхность выдерживая размеры A22 и d10.</p> <p>22 Шлифовать поверхность выдерживая размеры A23 и d11.</p> <p>23 Шлифовать поверхность выдерживая размеры A24 и d12.</p>	
9. (045)	Тонкое шлифование	24-26	<p>24 Шлифовать поверхность выдерживая размеры A25 и d13.</p> <p>25 Шлифовать поверхность выдерживая размеры A26 и d14.</p> <p>26 Шлифовать поверхность выдерживая размеры A27 и d15.</p>	
10. (050)	Промывочная		Промыть деталь по типовому технологическому процессу	

Таблица 2.3.1. Технологический маршрут

2.4. Расчет припусков

2.4.1 Составление размерной схемы технологического процесса для шейки вала $\varnothing 30$ k6

Основываясь на выбранном маршруте обработки, производим построение размерной схемы для технологических операций, связанных с получением диаметра шейки вала ($\varnothing 30$ k6)

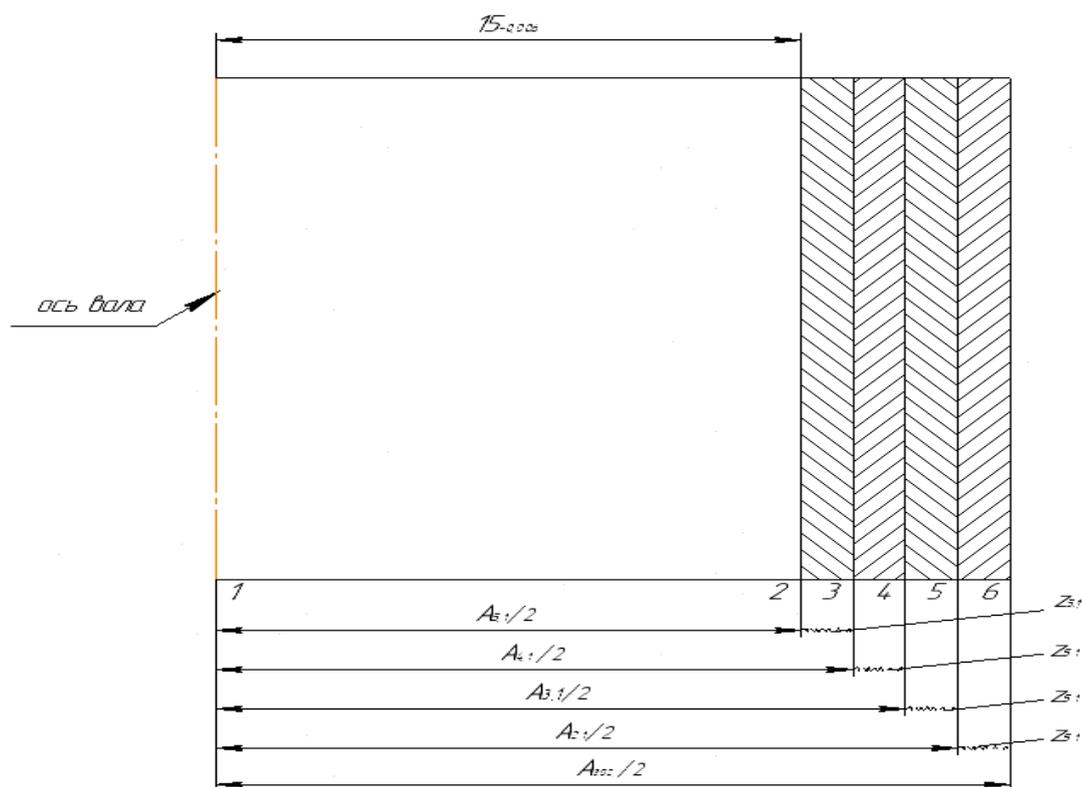


Рис. 2.4.1.1 Расчетная схема для технологических операций

Учитывая, что для достижения требуемых характеристик поверхности шейки вала ($d = \varnothing 30$ k6) обработка осуществляется неоднократно, расчет соответствующих значений припусков и технологических размеров необходимо проводить, используя метод, основанный на теории анализа размерных цепей. Расчет требуемых параметров осуществляем по размерной схеме (рис.1) в направлении от готовой детали ($A_{5.1/2}$) к заготовке ($A_{3.1/2}$). Полученные расчетные значения вносим в таблицу 2.4.1.2.

Таблица 2.4.1.2 - Результаты расчетов припусков и технологических размеров

Номера		Маршрут обработки	Обозначение припуска z_i	Элементы припуска				Расчетный припуск			Допуск на припуск	Расчетные значения тех. размера D_i			Расчетные значения тех. размеров A_i		Расчетные значения диаметров	
Тех. операция	переходы			$R_{z_{i-1}}$ мкм	h_{i-1} мкм	$\rho_{\Sigma i-1}$ мкм	Δ_{y_i} мкм	z_{\min} мкм	z_{\max} мкм	$z_{\text{ном}}$ мкм		T_{z_i} мкм	Обозначение тех. размера D_i	Квалитет допуска D_i	Допуск на тех. размер D_i	A_{\min} мм	A_{\max} мм	d_{\min} мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
005		Заготовка - прокат		100	75	337	0	-	-	-	-	$A_{\text{заг}}/2$	Кл.т.А	1740/2	159,89	168,59	319,78	337,18
015	10	Черновое точение: обточить заготовку в размер $A_{2.1}$	$Z_{2.1}$	63	60	20,22	0	512	1585	1390	1065	$A_{2.1}/2$	13	390/2	150,274	150,469	300,548	300,938
025	16	Чистовое точение: обточить заготовку в размер $A_{3.1}$	$Z_{3.1}$	20	30	0,8	0	143,22	388	338	245	$A_{3.1}/2$	10	100/2	150,081	150,131	300,162	300,262
035	22	Шлифование чистовое: шлифовать в размер $A_{4.1}$	$Z_{4.1}$	6,3	12	0,016	0	50,8	113	101	62,5	$A_{4.1}/2$	7	25/2	150,018	150,03	300,036	300,06
040	25	Шлифование тонкое: шлифовать в размер $A_{5.1}$	$Z_{5.1}$	0,8	2	0	0	18,316	31	30	20,5	$A_{5.1}/2$	6	16/2	149,99	150	299,98	300

Данные для заполнения граф 5 и 6 (R_z и h) определяем используя [1, с. 180] для заготовки из проката и табл.5 [8, с. 181] для заготовки из проката

после механической обработки. В графу 4 вносим обозначения припусков на каждую тех. операцию.

Остаточное пространственное отклонение расположения поверхностей заготовки после их обработки ($\rho_{\Sigma i-1}$), графа 7, определяется согласно формуле [8, с.189, формула 38]:

$$\rho_{\Sigma i-1} = K_y \cdot \rho_{\Sigma}$$

где K_y – коэффициент уточнения, выбираемый из [8, с.190, табл.29], ρ_{Σ} – суммарное отклонение оси заготовки, определяемое из [8, с.178, формула 15].

$$\rho_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\Sigma k}^2 + \Delta_{\Pi}^2}$$

где $\Delta_{\Sigma k}$ – общее отклонение оси от прямолинейности, Δ_{Π} – смещение оси заготовки в результате погрешности центрирования.

Для определения величины $\Delta_{\Sigma k}$ используем [8, с. 177, формула 11]:

$$\Delta_{\Sigma k} = \Delta_k l_k$$

Где l_k – размер от сечения, для которого определяется кривизна до торца заготовки, Δ_k – кривизна профиля сортового проката.

$$l_k = 130 \text{ мм}$$

$$\Delta_k = 0,2 \text{ мкм/мм [8, с. 180, табл. 4]}$$

$$\Delta_{\Sigma k} = 0,2 \cdot 130 = 26 \text{ мкм}$$

Смещение оси заготовки Δ_{Π} определяется из [8, с. 178, формула 16]:

$$\Delta_{\Pi} = 0,25 \sqrt{T^2 + 1}$$

здесь T – допуск на диаметральный размер базы заготовки, используемой на операции получения центровочных отверстий.

Допуск на диаметральный размер базы заготовки составляет 0,9 мм. Следовательно,

$$\Delta_{\Pi} = 0,25 \sqrt{0,9^2 + 1} = 0,336 \text{ мм}$$

Используя полученные значения величин $\Delta_{\Sigma k}$ и Δ_{Π} находим:

$$\rho_{\Sigma} = \sqrt{26^2 + 336^2} = 337 \text{ мкм}$$

Определяем величину $\rho_{\Sigma i-1}$:

Для черногого обтачивания:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,06 \cdot 337 = 20,22 \text{ мкм}$$

Для чистового обтачивания:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,04 \cdot 20,22 = 0,8 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0,02 \cdot 3,05 = 0,016 \text{ мкм}$$

Для тонкого шлифования:

$$\rho_{\Sigma i-1} = 0$$

Так как при обработке детали типа «вал» в центрах, погрешность установки (Δ_{yi}) равна нулю, в графе 8 таблицы 2.4.1.2 ставим нули во всех тех. операциях.

Определяем минимальные припуски:

$$2Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{\Sigma i-1}^2 + \Delta_{yi}^2}), \Delta_{yi}^2 = 0$$

Для черногого обтачивания:

$$Z_{2.1 \min} = 100 + 75 + 337 = 512 \text{ мкм}$$

Для чистового обтачивания:

$$Z_{3.1 \min} = 63 + 60 + 20,22 = 143,22 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования:

$$Z_{4.1 \min} = 20 + 30 + 0,8 = 50,8 \text{ мкм}$$

Для тонкого шлифования:

$$Z_{5.1 \min} = 6,3 + 12 + 0,016 = 18,316 \text{ мкм}$$

Полученные значения вносим в графу 9, согласно тех. операции.

В графу 13 вносим обозначения технологических размеров.

Квалитет допуска и допуски на технологические размеры берем из [8, с. 8, табл.4] и вносим в графы 14 и 15.

Расчет остальных параметров производится на основании размерного анализа проектируемого технологического процесса (рис. 2.4.1.1), с учетом того, что в качестве замыкающего звена размерной цепи выступает припуск.

2.4.2 Расчет значений припусков и технологических размеров

Тонкое шлифование

Производим построение технологической размерной цепи на тонкое шлифование (рис.2).

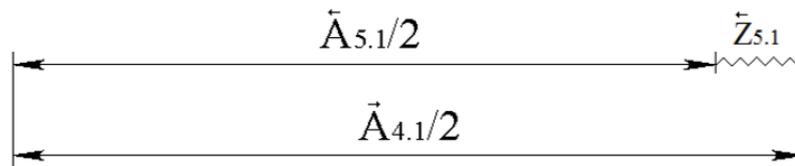


Рис. 2. Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{5.1}$

В соответствии с данными таблицы 2.4.1.2:

$$A_{5.1/2} = 15_{-0,008} \text{ мм}, Z_{5.1 \min} = 0,018 \text{ мм}, T_{A_{4.1/2}} = 12,5 \text{ мкм} = 0,0125 \text{ мм}.$$

Определяем значение допуска на припуск:

$$T_{Z_{5.1}} = T_{A_{4.1/2}} + T_{A_{5.1/2}}$$

$$T_{Z_{5.1}} = 12,5 + 8 = 20,5 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 12 табл. 2.4.1.2.

Определяем значение максимального и минимального технологических размеров $A_{4.1/2}$:

$$A_{4.1/2 \min} = A_{5.1/2 \max} + Z_{5.1 \min}$$

$$A_{4.1/2 \max} = A_{4.1/2 \min} + T_{A_{4.1/2}}$$

$$A_{4.1/2 \min} = 15 + 0,018 = 15,018$$

$$A_{4.1/2 \max} = 15,018 + 0,0125 = 15,03$$

Полученные значения вносим в графы 16 и 17 табл. 2.4.1.2.

Т.к. при назначении отклонений на размер отсутствуют специальные требования по посадке получаем,

$$A_{4.1}/2_{\text{ном}} = A_{4.1}/2_{\text{max}} = 15,03 \text{ мм}$$

Учитывая значение $T_{A_{4.1}/2}$ получаем,

$$A_{4.1}/2_{\text{ном}} = 15,03_{-0,012} \text{ мм}$$

Определяем номинальное значение припуска:

$$Z_{5.1\text{ном}} = A_{4.1}/2 - A_{5.1}/2$$

$$Z_{5.1\text{ном}} = 15,03 - 15 = 0,03 \text{ мм} = 30 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 11 табл. 2.4.1.2.

Определяем максимальное значение припуска:

$$Z_{5.1\text{max}} = A_{4.1}/2_{\text{max}} - A_{5.1}/2_{\text{min}}$$

$$Z_{5.1\text{max}} = 15,03 - 14,999 = 0,031 \text{ мм} = 31 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 10 табл. 2.4.1.2.

Чистовое шлифование

Производим построение технологической размерной цепи на чистовое шлифование (рис.2.4.2.1).

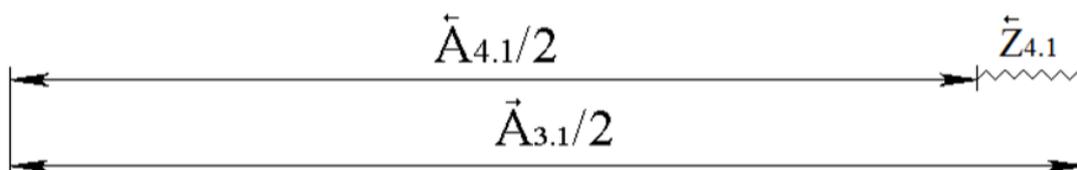


Рис. 2.4.2.1. Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{4.1}$

В соответствии с данными таблицы 2.4.1.2:

$$A_{5.1/2} = 15,03_{-0,012} \text{ мм}, Z_{4.1 \text{ min}} = 0,051 \text{ мм}, T_{A_{3.1/2}} = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм}.$$

Определяем значение допуска на припуск:

$$T_{Z_{4.1 \text{ max}}} = T_{A_{3.1}}/2 + T_{A_{4.1}}/2$$

$$T_{Z_{4.1 \text{ max}}} = 50 + 12,5 = 62,5$$

Полученное значение вносим в графу 12 табл. 2.4.1.2.

Определяем значение максимального и минимального технологических размеров $A_{3.1/2}$:

$$A_{3.1/2 \text{ min}} = A_{4.1/2 \text{ max}} + Z_{4.1 \text{ min}}$$

$$A_{3.1/2 \text{ max}} = A_{3.1/2 \text{ min}} + T_{A_{3.1/2}}$$

$$A_{3.1/2 \text{ min}} = 15,03 + 0,051 = 15,081$$

$$A_{3.1/2 \text{ max}} = 15,081 + 0,05 = 15,131$$

Полученные значения вносим в графы 16 и 17 табл. 2.4.1.2.

Т.к. при назначении отклонений на размер отсутствуют специальные требования по посадке получаем,

$$A_{3.1/2 \text{ ном}} = A_{3.1/2 \text{ max}} = 15,131$$

Учитывая значение $T_{A_{3.1/2}}$, получаем:

$$A_{3.1/2} = 15,131_{-0,05} \text{ мм}$$

Определяем номинальное значение припуска:

$$Z_{4.1 \text{ ном}} = A_{3.1/2} - A_{4.1/2}$$

$$Z_{4.1 \text{ ном}} = 15,131 - 15,03 = 0,101 = 101 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 11 табл. 2.4.1.2.

Определяем максимальное значение припуска:

$$Z_{4.1max} = A_{3.1/2max} - A_{4.1/2min}$$

$$Z_{4.1max} = 15,131 - 15,018 = 0,113 = 113\text{мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 10 табл. 2.4.1.2.

Чистовое обтачивание

Производим построение технологической размерной цепи на чистовое обтачивание (рис.2.4.4).

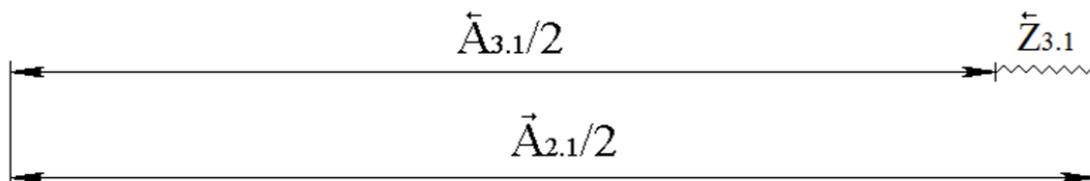


Рис. 2.4.2.2 Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{3.1}$

В соответствии с данными таблицы 2.4.1.2:

$$A_{3.1/2} = 15,131_{-0,05} \text{ мм}, Z_{3.1min} = 0,1432 \text{ мм}, T_{A_{2.1/2}} = 195 \text{ мкм} = 0,195 \text{ мм}.$$

Определяем значение допуска на припуск:

$$T_{Z_{3.1max}} = T_{A_{2.1/2}} + T_{A_{3.1/2}}$$

$$T_{Z_{3.1max}} = 195 + 50 = 245$$

Полученное значение вносим в графу 12 табл. 2.4.1.2.

Определяем значение максимального и минимального технологических размеров $A_{2.1/2}$:

$$A_{2.1/2min} = A_{3.1/2max} + Z_{3.1min}$$

$$A_{2.1/2max} = A_{2.1/2min} + T_{A_{2.1/2}}$$

$$A_{2.1}/2_{min} = 15,131 + 0,143 = 15,274$$

$$A_{2.1}/2_{max} = 15,274 + 0,195 = 15,469$$

Полученные значения вносим в графы 16 и 17 табл. 2.4.1.2.

Т.к. при назначении отклонений на размер отсутствуют специальные требования по посадке получаем,

$$A_{2.1}/2_{ном} = A_{2.1}/2_{max} = 15,469$$

Учитывая значение $T_{A_{2.1}/2}$, получаем:

$$A_{2.1}/2 = 15,469_{-0,195} \text{ мм}$$

Определяем номинальное значение припуска:

$$Z_{3.1ном} = A_{2.1}/2 - A_{3.1}/2$$

$$Z_{3.1ном} = 15,469 - 15,131 = 0,338 = 338 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 11 табл. 2.4.1.2.

Определяем максимальное значение припуска:

$$Z_{3.1max} = A_{2.1}/2_{max} - A_{3.1}/2_{min}$$

$$Z_{3.1max} = 15,469 - 15,081 = 0,195 = 388 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 10 табл. 2.4.1.2.

Черновое обтачивание

Производим построение технологической размерной цепи на чистовое обтачивание (рис.2.4.2.3).

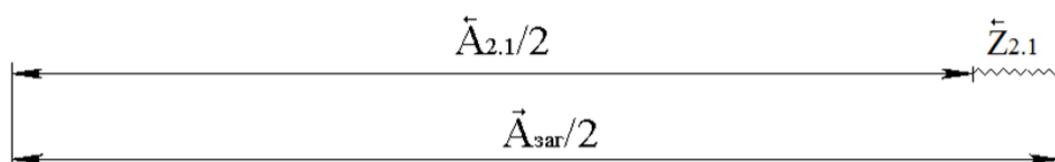


Рис. 2.4.2.3. Технологическая размерная цепь для припуска $Z_{2.1}$

В соответствии с данными таблицы:

$$A_{2.1}/2 = 15,469_{-0,195} \text{ мм}, Z_{2.1 \min} = 0,512 \text{ мм}, T_{A_{заг}/2} = 870 \text{ мкм} = 0,87 \text{ мм}.$$

Определяем значение допуска на припуск:

$$T_{Z_{2.1 \max}} = T_{A_{заг}/2} + T_{A_{2.1}/2}$$

$$T_{Z_{2.1 \max}} = 870 + 195 = 1065 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 12 табл. 2.4.1.2.

Определяем значение максимального и минимального технологических размеров $A_{заг}/2$:

$$A_{заг}/2_{\min} = A_{2.1}/2_{\max} + Z_{2.1 \min}$$

$$A_{заг}/2_{\max} = A_{заг}/2_{\min} + T_{A_{заг}/2}$$

$$A_{заг}/2_{\min} = 15,469 + 0,520 = 15,989$$

$$A_{заг}/2_{\max} = 15,989 + 0,87 = 16,859$$

Полученные значения вносим в графы 16 и 17 табл. 2.4.1.2.

Т.к. при назначении отклонений на размер отсутствуют специальные требования по посадке получаем,

$$A_{заг}/2_{\text{ном}} = A_{заг}/2_{\max} = 16,859$$

Учитывая значение $T_{A_{2.1}/2}$, получаем:

$$A_{заг}/2 = 16,859_{-0,87} \text{ мм}$$

Определяем номинальное значение припуска:

$$Z_{2.1 \text{ ном}} = A_{заг}/2 - A_{2.1}/2$$

$$Z_{2.1 \text{ ном}} = 16,859 - 15,469 = 1,39 = 1390 \text{ мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 11 табл. 2.4.1.2.

Определяем максимальное значение припуска:

$$Z_{2.1max} = A_{заг}/2_{max} - A_{2.1}/2_{min}$$

$$Z_{2.1max} = 16,859 - 15,274 = 1,585 = 1585\text{мкм}$$

Полученное значение вносим в графу 10 табл. 2.4.1.2.

Расчитав все параметры припусков и технологические размеры определяем величину максимального и минимального диаметров шейки вала на каждую тех. операцию, путем умножения соответствующих значений A_{min} и A_{max} на два. Полученные величины вносим в графы 18 и 19 табл. 2.

2.5. Выбор режущего инструмента и расчет режимов резания

Подобрать инструмент и рассчитать режимы резания необходимо для диаметра шейки вала ($\varnothing 30$ к6) для которой был произведен расчет припусков.

Черновое точение.

Резец токарный проходной упорный ГОСТ 18879 с напайными твердосплавными пластинами: Резец 2101-0051 T15K6 ГОСТ 18879-73 (обработка цилиндрической поверхности);

Глубина резания:

$$\tau = 1,39 \text{ мм.}$$

Подача:

$$S' = 0,5 \text{ мм/об}$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

1. Расчет скорости резания.

При продольном наружном точении скорость резания рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v K_v}{T^m S^y t^x}$$

где C_v , x , y , m – коэффициент и показатели степени, приведенные в [10, с. 269, табл. 17], $C_v=350$, $m=0.2$, $x=0.15$, $y=0.35$.

K_v – поправочный коэффициент, определяемый из [10, с. 358]

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV}$$

где K_{mV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, K_{nV} – коэффициент учитывающий состояние поверхности и $K_{иV}$ – коэффициент учитывающий материал режущего инструмента.

$$K_{mV} = 1,25 [2, \text{табл. 1 – 2}], \quad K_{mV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{nv} = 0,95 \left(\frac{750}{490}\right)^1 = 1,45$$

$$K_{nV} = 0,9 [2, \text{табл. 5}],$$

$$K_{иV} = 1 [2, \text{табл. 6}],$$

$$K_v = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{350 \cdot 1,305}{40^{0,2} 0,5^{0,35} 1,39^{0,15}} = 265,56 \text{ м/мин}$$

2. Расчет силы резания

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резания рассчитывается по формуле [10, с. 371]:

$$P_{z.y.x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где C_p , x , y , n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки принимаемые из [10, с. 373, табл. 22], K_p – поправочный коэффициент, определяемый как произведение:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p}$$

Рассчитываем составляющую силы - P_z :

$$K_{mp} [2, \text{табл. 9}], \quad K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{\sigma_B}{490}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{yp} = 1,1 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [10, \text{табл. 23}]$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,39^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 265,56^{-0,15} \cdot 0,704 = 750H$$

Рассчитываем составляющую силы - P_y :

$$K_{mp} [10, \text{табл. 9}], \quad K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{\sigma_B}{490}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 1 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{yp} = 1,4 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [10, \text{табл. 23}]$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,008$$

$$C_p = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$$

$$P_z = 10 \cdot 243 \cdot 1,39^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 265,56^{-0,3} \cdot 1,008 = 405,1H$$

Рассчитываем составляющую силы - P_x :

$$K_{mp} = 0,72 [10, \text{табл. 9}],$$

$$K_{\varphi p} = 1,17 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{yp} = 1,4 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [10, \text{табл. 23}]$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1,17 \cdot 1,4 \cdot 1 = 1,18$$

$$C_p = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$$

$$P_z = 10 \cdot 339 \cdot 1,39^1 \cdot 0,5^{0,5} \cdot 265,56^{-0,4} \cdot 1,18 = 420,63H$$

3. Расчет мощности резания

Расчет мощности резания производится согласно формуле [10, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{750 \cdot 265,56}{1020 \cdot 60} = 3,25 \text{ кВт}$$

4. Расчет частоты вращения шпинделя

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 265,56}{3,14 \cdot 42} = 2014 \text{ об/мин}$$

Точение канавки

Резцы токарные отрезные ГОСТ 18884 с твердосплавными пластинами: Резец 2130-0259 T15K6 ГОСТ 18879-73

Подача:

При ширине резца в 5 мм, подача принимается равной 0,16 мм/об, [10, с. 366, табл. 15].

$$S = 0,16 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Стойкость:

$T = 40$ мин

1. Расчет скорости резания:

Согласно [10, с. 363], скорость резания при прорезании и фасонном точении определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v K_v}{T^m S^y},$$

где C_v , x , y , m – коэффициент и показатели степени, приведенные в [10, с. 367, табл. 17], K_v – поправочный коэффициент

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV}$$

где K_{mV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, K_{nV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности и $K_{иV}$ – коэффициент, учитывающий материал режущего инструмента.

$$K_{mV} = 1,25 [10, \text{табл. 1 – 2}],$$

$$K_{nV} = 0,9 [10, \text{табл. 5}],$$

$$K_{иV} = 1 [10, \text{табл. 6}],$$

$$K_v = 1,25 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,125$$

$$V = \frac{47 \cdot 1,125}{40^{0,2} \cdot 0,16^{0,8}} = 109,53 \text{ м/мин}$$

2. Расчет силы резания

При прорезании пазов и фасонном точении составляющие силы резания рассчитывается по формуле [10, с. 371]:

$$P_{z.y.x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где C_p , x , y , n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки принимаемые из [10, табл. 22], K_p – поправочный коэффициент определяемый как произведение:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

$$K_{mp} = 0,72 [10, \text{табл. 9}],$$

$$K_{\varphi p} = 1 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{yp} = 1,1 [10, \text{табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [10, \text{табл. 23}]$$

$$K_p = 0,72 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,792$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,16^{0,75} \cdot 109,53^{-0,15} \cdot 0,792 = 594H$$

3. Расчет мощности резания:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [2, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{594 \cdot 109,53}{1020 \cdot 60} = 1,06 \text{ кВт}$$

4. Расчет частоты вращения шпинделя

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 109,53}{3,14 \cdot 24} = 1453 \text{ об/мин}$$

Точить начисто

Резец токарный чистовой широкий с пластиной из твердого сплава: Резец 2120-0057 T15K6 ГОСТ 18879-73

Глубина резания:

$$t = 0,4 \text{ мм}$$

Подача:

$$S = 1,2 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

Стойкость:

$$T = 40 \text{ мин}$$

5. Расчет скорости резания:

При продольном наружном точении скорость резания рассчитывается по формуле [10, с. 363]:

$$V = \frac{C_v K_v}{T^m S^y t^x}$$

где C_v , x , y , m – коэффициент и показатели степени, приведенные в [10, с. 367, табл. 17], $C_v=280$, $m=0.2$, $x=0.15$, $y=0.45$.

$$K_v = K_{mV} \cdot K_{nV} \cdot K_{иV}$$

где K_{mV} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, K_{nV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности и $K_{иV}$ – коэффициент, учитывающий материал режущего инструмента.

$$K_{mV} = 1,45 \text{ [10, табл. 1 – 2]},$$

$$K_{nV} = 0,9 \text{ [10, табл. 5]},$$

$$K_{иV} = 1 \text{ [10, табл. 6]},$$

$$K_v = 1,45 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,305$$

$$V = \frac{280 \cdot 1,305}{40^{0,2} \cdot 1,2^{0,45} \cdot 0,4^{0,15}} = 194,44 \text{ м/мин}$$

6. Расчет силы резания

При наружном продольном и поперечном точении составляющие силы резания рассчитывается по формуле [10, с. 371]:

$$P_{z.y.x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где C_p , x , y , n – постоянная и показатели степени для конкретных условий обработки принимаемые из [10, с. 373, табл. 22], K_p – поправочный коэффициент определяемый как произведение:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{yp} \cdot K_{\lambda p}$$

Рассчитываем составляющую силы - P_z :

$$K_{mp} [2, \text{табл. 9}], \quad K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{\sigma_B}{490}\right)^{0,75} = 0,72$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 [2, \text{табл. 23}],$$

$$K_{yp} = 1,1 [2, \text{табл. 23}],$$

$$K_{\lambda p} = 1 [2, \text{табл. 23}]$$

$$K_p = 0,72 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,704$$

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,4^1 \cdot 1,2^{0,75} \cdot 194,44^{-0,15} \cdot 0,704 = 440H$$

7. Расчет мощности резания:

Расчет мощности резания производится согласно формуле [10, с. 371]:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{440 \cdot 194,44}{1020 \cdot 60} = 1,4 \text{ кВт}$$

8. Расчет частоты вращения шпинделя

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 194,44}{3,14 \cdot 30} = 2064 \text{ об/мин}$$

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 194,44}{3,14 \cdot 25} = 2477 \text{ об/мин}$$

Нарезание резьбы М32 1,5

Резцы токарные резьбовые с пластинами из твердого сплава:

Резец 2662-0001 1,5 Т15К6 ГОСТ 18885-73

Произведем подбор рабочих ходов (i) согласно источнику [10, с.428, табл. 114].

Исходя из рассмотренных данных назначаем 3 рабочих ходов ($i=3$).

Подача:

Подача равна шагу резьбы – $S = 1,5$ мм/об.

Стойкость:

$T = 70$ мин

1. Расчет скорости резания

Для определения скорости резания воспользуемся формулой:

$$V = \frac{C_V \cdot i^x}{T^m \cdot S^y}$$

Где C_V , x , y , m – коэффициент и показатели степени

$C_V = 244$, $x = 0,23$, $y = 0,3$, $m = 0,2$.

$$V = \frac{244 \cdot 3^{0,23}}{70^{0,2} \cdot 1,5^{0,3}} = 118,12$$

2. Расчет силы резания

Тангенциальная составляющая силы резания определяется исходя из:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot p^y \cdot K_p}{i^n}$$

где P – шаг резьбы, y - число рабочих ходов, C_p , x , y и n – коэффициент и показатели степени приведенные в [10, 433 с., табл. 120], K_p – поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{mp} = 0,72$$

$$C_p = 148, y=1,7, n=0,71.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7} \cdot 0,72}{3^{0,71}} = 978H$$

3. Расчет мощности.

Расчет мощности производится по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

$$N = \frac{978 \cdot 118,12}{1020 \cdot 60} = 1,89 \text{ кВт}$$

4. Расчет частоты вращения шпинделя.

Определяем частоту вращения используя формулу:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 118,12}{3,14 \cdot 32} = 1176 \text{ об/мин}$$

Точение фаски

Резец проходной отогнутый из твердого сплава: Резец 2102-1117 Т15К6 ГОСТ 18868-73 Так как при точении фасок показатели необходимой мощности очень малы, расчет режима резания не производится.

В результате проведенного расчета режимов резания, было установлено, что наибольшая требуемая мощность для обработки равна 3,25 кВт. Основываясь на полученной величине, производим подбор оборудования.

2.6. Выбор оборудования

Необходимая мощность станка должна быть не меньше мощности процесса резания, умноженной на коэффициент запаса. Следовательно выбираем станок с мощностью 5,5 кВт.

Токарный станок с ЧПУ СКЕ 6130i/600

Токарный станок СКЕ6130 используется для обработки валов, конусов, осей и прочих тел вращения. На станке возможно выполнять в автоматическом режиме следующие операции: нарезание различных резьб, сверление и расточку осевых отверстий, обработку канавок, уступов, фасок, подрезку торца и отрезку детали. Станок обеспечивает точность и высокую повторяемость размеров.

На станке используются направляющие скольжения (две основные V-образные и одна плоская для дополнительной опоры суппорта, что дает повышенную точность). Направляющие прошли поверхностную индукционную закалку с глубиной термообработки не менее 2 мм.

В базовой комплектации станок оснащен револьверной головой на 6 позиций с горизонтальной осью вращения. Хвостовик инструмента для данной револьверной головы идет сечением 20x20 мм; для торцевой обработки возможно установить блоки для расточного инструмента диаметром 16, 20, 22, 25 либо 25x25 мм.

Кроме того возможно исполнение станка с 4-х позиционной резцедержкой с вертикальной осью вращения, работающей в автоматическом режиме. Хвостовик инструмента для резцедержки идет сечением 20x20 мм.

Токарный станок СКЕ6136 оснащен станцией автоматической смазки, благодаря этому работнику необходимо лишь поддерживать уровень масла в 2х литровом бачке.

Таблица 2.6.1. Технические характеристики:

Модельный ряд	СКЕ 6130
Максимальный диаметр обработки над станиной, мм	300
Максимальный диаметр обр аботки над суппортом, мм	145
Максимальная длина обработки, мм	500
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	40
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об./мин.	4-4000
Количество диапазонов вращения шпинделя	бесступенчато
Ширина направляющих, мм	205
Перемещение по оси X, мм	175
Перемещение по оси Z, мм	505
Количество инструмента, шт	4
Размер хвостовика инструмента, мм	16x16
Точность позиционирования, мкм	±5
Повторяемость, мкм	±3
Конус шпинделя	МК5
Мощность главного привода электропривода, кВт	4
Диаметр пиноли задней бабки	42
Выдвижение пиноли задней бабки, мм	110
Габаритные размеры (для РМЦ 1000 мм), мм	1800x1430x1450
Масса нетто (для РМЦ 1000 мм), кг	1000

Базовая комплектация:

Автосмазка направляющих и ШВП
Револьверная голова на 6 позиции
Лампа освещения рабочей зоны
3-х кулачковый патрон
Набор инструмента для обслуживания станка
Неподвижный центр
Система подачи СОЖ в зону резания
Теплообменник электрошкафа
Руководство по эксплуатации

2.7. Выбор измерительного инструмента

Для осуществления технического контроля производим подбор измерительного инструмента. При выборе инструмента учитываем тип производства, требуемую точность измерений, доступность измеряемых участков поверхностей детали (простота поверхностей обеспечивает хороший доступ).

Учитывая все указанные факторы, выбираем:

- Микрометр ГОСТ 6507–90 типа МВМ для измерения диаметральных размеров, с точностью 0,01 мм; наименьший допуск на измеряемые размеры составляет 280 мкм ($\approx 0,03$ мм);
- Калибр кольцо резьбовое М 32*1,5 6h ПР НЕ (для контроля нарезаемой резьбы М32х1,5) ГОСТ 17764-72.
- Индикаторы часового типа ИЧ-05, цена деления 0,01 мм.

2.8 Нормирование

Норма времени выполнения операций на станках с ЧПУ, при условии использования одного станка, включает в себя подготовительно – заключительное время, т.е. время, затраченное на подготовку к выполнению работы и действий, связанных с ее окончанием и штучное время, время, отводимое на изготовление единицы продукции [12, с. 4, формула 1.1]:

$$H_{вр} = T_{пз} + T_{шт}$$

$T_{шт}$ определяется из формулы:

$$T_{шт} = T_{оп} \left(1 + \frac{T_{обс} + T_{отл}}{100} \right),$$

где $T_{оп}$ – оперативное время, мин; $T_{обс}$ и $T_{отл}$ – время на обслуживание рабочего места и время на отдых и личные нужды соответственно, % от $T_{оп}$ (4-8%).

$$T_{оп} = T_a + T_b,$$

здесь T_a – время автоматической работы станка, мин; T_b – время вспомогательной ручной работы, мин. Производим расчет времени автоматической работы, представляющего собой совокупность основного и вспомогательного времени работы станка:

$$T_a = T_{оа} + T_{ва},$$

где $T_{оа}$ – основное время автоматической работы, мин; $T_{ва}$ – вспомогательное время автоматической работы, мин.

Расчет основного времени автоматической работы станка:

$$T_{оа} = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_{Mi}},$$

Где L_i - длина пройденного пути инструментом, при обработке заготовки, мм.
 S_{Mi} – рабочая минутная подача, на обрабатываемом участке, мм/мин.

Обработка инструментом ПИ1:

$$T_{oa1} = \frac{L_i}{S_{Mi}}$$

$$L_1 = 370 \text{ мм}$$

$$S_{M1} = n_{1.2} \cdot S_1 = 2014 \cdot 0,5 = 1007 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$T_{oa1} = \frac{L_{1.1}}{S_{M1.1}} = 0,37$$

Обработка инструментом ПИ2:

$$T_{oa2} = \frac{L_i}{S_{Mi}}$$

$$L_2 = 2.83 + 2.83 \text{ мм}$$

$$S_{M2} = n_2 \cdot S_2 = 1000 \cdot 0,1 = 100 \frac{\text{мм}}{\text{мин}};$$

$$T_{oa2} = \frac{L_2}{S_{M2}} = 0,56$$

$$T_{oa2} = 0,37 + 0,56 = 0,93 \text{ мин}$$

Расчет времени автоматической вспомогательной работы станка:

$$T_{ва} = T_{вха} + T_{ост},$$

где $T_{вха}$ – время автоматических вспомогательных ходов, мин; $T_{ост}$ – время технологических пауз, мин.

$$T_{вха} = \frac{L_{xx}}{S_{ум}}$$

где L_{xx} – длина пути проходимого на холостом ходу, мм; $S_{ум}$ – ускоренная минутная подача, мм/мин.

Для определения величины пути, проходимого на холостом ходу используется материал, указанный выше

$$L_{xx} = L_{xx\text{пн}1} + L_{xx\text{пн}2}$$

$$L_{xx} = 370 + 5,66 = 375,66$$

$$T_{\text{вх}а} = \frac{375,66}{475} = 0,79$$

$$T_{\text{ост}} = 0$$

$$T_{\text{ва}} = 0,79$$

Расчет времени автоматической работы:

$$T_a = 0,93 + 0,79 = 1,72 \text{ мин}$$

Производим расчет времени вспомогательной ручной работы, представляющего собой совокупность времени на снятие и установку ($T_{\text{в}у}$), времени на выполнение операций ($T_{\text{в}о}$) и времени на контрольные измерения ($T_{\text{в}и}$):

$$T_{\text{в}} = T_{\text{в}у} + T_{\text{в}о} + T_{\text{в}и}$$

$$T_{\text{в}у} = 2,9 \text{ мин}$$

$$T_{\text{в}о} = 0 \text{ мин}$$

$$T_{\text{в}и} = 2,87 \text{ мин}$$

$$T_{\text{в}} = 5,77 \text{ мин}$$

Расчет операционного времени:

$$T_{\text{оп}} = T_a + T_{\text{в}} = 1,72 + 5,77 = 7,49 \text{ мин}$$

Расчет штучного времени:

$$T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}} = 0,08 \cdot T_{\text{оп}}$$

$$T_{шт} = 7,49 \cdot (1 + 0,08) = 8,09 \text{ мин}$$

Производим расчет нормы времени:

$$T_{пз} = 7,49$$

$$H_{вр} = 7,49 + 8,09 = 15,58$$

Заключение

В ходе работы над технологической частью был спроектирован технологический процесс изготовления детали типа «вал». Были выполнены следующие пункты: составлен технический маршрут обработки детали, рассчитаны все диаметральные и осевые технологические размеры и значения их предельных отклонений.

3. Экономическая часть

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Зайковой Анне Сергеевне

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 (НИР): 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 НИР	Расчет конкурентоспособности SWOT - анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения НИР	Структура работ; Определение трудоемкости; Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета НИР	Расчет бюджетной стоимости НИР
4. Оценка ресурсной эффективности НИР	Расчет интегрального критерия: Интегральный финансовый показатель разработки; Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки; Интегральный показатель эффективности; Сравнительная эффективность вариантов исполнения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Инвестиционный план. Бюджет НИР
5. Основные показатели эффективности НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		10.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Зайкова Анна Сергеевна		10.04.2020

3. 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

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

3.1.1 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 «Вторрезина Экспромт», Россия.

Таблица 3.1.1.1 – 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	0,1	4	3	0,4	0,3
2. Надежность	0,1	2	5	0,1	0,5
3. Простота в эксплуатации	0,13	4	4	0,52	0,52
4. Энергоэкономичность	0,08	3	3	0,24	0,24
5. Уровень шума	0,09	3	4	0,27	0,5
6. Безопасность	0,1	4	4	0,32	0,32
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	0,4	0,3
2. Цена	0,12	4	3	0,48	0,36
3. Послепродажное обслуживание	0,08	3	3	0,24	0,24
Итого	1	31	32	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.

3.1.2 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 3.1.2.1

Таблица 3.1.2.1 – Матрица SWOT-анализа

Сильные стороны	Слабые стороны
С1. Возможность перерабатывать шины с широким диапазоном размеров.	Сл1. Установка не способна перерабатывать шины с наружным диаметром свыше 1200 мм.
С2. Механизм закрепления не требует переналадку.	Сл2. Узкая направленность изделия.
С3. Низкая стоимость установки	
Возможности	Угрозы
В1. Экономия времени при переработке шин разных размеров.	У1. Потребность предприятия перерабатывать шины больших размеров
В2. Создание установки, обеспечивающей стабильную работу.	У2. Большое количество аналогов на рынке может привести к потере конкурентного преимущества – универсальности.
В3. Быстрое внедрение в производство.	У3. При переходе на данную установку у предприятия появятся значительные объемы не загруженного оборудования.

После того как сформированы четыре области, переходим ко второму этапу, на котором необходимо выявить соответствия сильных и слабых сторон проекта внешним условиям окружающей среды. Для этого в рамках данного этапа строится интерактивная матрица, при этом каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-». Интерактивные матрицы представлены в таблицах.

Таблица 3.1.2.2 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		C1	C2	C3
	B1	+	+	-
	B2	+	+	-
	B3	+	+	+

Таблица 3.1.2.3 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта			
Возможности проекта		Сл1	Сл2
	B1	+	-
	B2	-	+
	B3	+	-

Таблица 3.1.2.4 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта				
Угрозы		C1	C2	C3
	У1	+	+	-
	У2	+	+	-
	У3	+	+	-

Таблица 3.1.2.5 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта			
Угрозы		Сл1	Сл2
	У1	+	+
	У2	+	-
	У3	+	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 3.1.2.6.

Таблица 3.1.2.6 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	Сильные стороны проекта: С1. Возможность переработки шины с широким диапазоном размеров; С2. Механизм закрепления не требует переналадку; С3. Низкая стоимость установки;	Слабые стороны проекта: Сл1. Установка не способна перерабатывать шины с наружным диаметром свыше 1200 мм; Сл2. Узкая направленность изделия;
Возможности: В1. Экономия времени при переработке шин разных размеров; В2. Создание установки, обеспечивающей стабильную работу; В3. Быстрое внедрение в производство;	<ul style="list-style-type: none"> – В1С1С2; – В2С1С2; – В3С1С2С3. 	<ul style="list-style-type: none"> – В1Сл1; – В2Сл2; – В3Сл1;
Угрозы: У1. Потребность предприятия перерабатывать шины больших размеров; У2. Большое количество аналогов на рынке может привести к потере конкурентного преимущества – универсальности; У3. При переходе на данную установку у предприятия появятся значительные объемы не загруженного оборудования.	<ul style="list-style-type: none"> – У1С1С2; – У2С1С2; – У3С1С2. 	<ul style="list-style-type: none"> – У1Сл1Сл2; – У2Сл1 – У3Сл1Сл2.

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Комплекс предполагаемых работ включает в себя следующие задачи:

- определить структуру работ в рамках научно-исследовательского проекта;
- определить участников каждой работы;
- установить продолжительность работ;
- построить график проведения отдельных этапов исследования.

Для выполнения данного научно-исследовательского проекта необходимо сформировать рабочую группу, в состав которой входят руководитель и инженер. Для каждой из запланированных работ, необходимо выбрать исполнителя этой работы.

Перечень основных этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 3.2.1.1.

Таблица 3.2.1.1 – Перечень этапов, работ и распределение 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	Подбор и анализ существующих конструкций	Инженер-
	12	Силовой расчет установки	Инженер-
	13	Обеспечение элементов безопасности и надежности в конструкции	Инженер-

Обобщение и оценка результатов	14	Оформление документации в виде чертежей, пояснительной записки и расчетов, согласованных по ТЗ	Инженер
	15	Сборка и тестирование готового изделия	Руководитель, инженер

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

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:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож.і}}{Ч_i}$$

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

Для удобства представления информации полученные результаты сведем в таблицу 3.2.2.1.

Таблица 3.2.2.1 – Временные показатели проведения научного исследования

Номер работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожi}$, чел-дни			
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
1	1	-	3	-	1.8	-	1.8	-
2	-	2	-	4	-	2.8	-	2.8
3	1	-	2	-	1.4	-	1.4	-
4	-	1	-	3	-	1.8	-	1.8
5	-	1	-	2	-	1.4	-	1.4
6	-	2	-	5	-	3.2	-	3.2
7	1	1	2	2	1.4	1.4	0.7	0.7
8	-	2	-	3	-	2.4	-	2.4
9	-	2	-	4	-	2.8	-	2.8
10	-	2	-	4	-	2.8	-	2.8
11	-	3	-	5	-	3.8	-	3.8
12	-	2	-	5	-	3.2	-	3.2
13	-	1	-	2	-	1.4	-	1.4
14	-	2	-	3	-	2.4	-	2.4
15	3	3	4	6	3.4	4.2	1.7	2.1

Для того, чтобы построить график в форме диаграммы Ганта, необходимо длительность работы из рабочих дней, полученных в пункте

3.2.2, 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.

$$k_{кал.} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Полученные результаты сведены в таблицу 3.2.2.2.

Таблица 3.2.2.2 – Длительность работы в календарных днях

№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
T_{ki} , кол.- дн.	3	4	2	3	2	3	2	4	5	2	6	5	1	4	3

Теперь на основе таблиц 3.2.2.1 и 3.2.2.2 построим календарный план-график, представленный в виде таблицы 3.2.2.3.

Таблица 3.2.2.3 – Календарный план-график проведения НИР

№ 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	3												
2	Ознакомление с каталогами	Инженер	4												

3	Консультирование по возникшим вопросам с заказчиками	Руководитель	2	
4	Технологический контроль и анализ технологичности конструкции	Инженер	3	
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2	
6	Разработка технологических маршрутов изготовления деталей для конструкции	Инженер	3	
7	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер	2	
8	Расчёт норм времени	Инженер	4	
9	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер-	5	
10	Проектирование приспособления	Инженер-	2	
11	Подбор и анализ существующих конструкций	Инженер-	6	
12	Силовой расчет установки	Инженер-	5	
13	Обеспечение элементов безопасности и надежности в конструкции	Инженер-	1	
14	Оформление документации в виде, чертежей и пояснительной записки и расчетов, согласованных по ТЗ	Инженер-	4	
15	Сборка и тестирование готового изделия	Руководитель, инженер	3	

Таблица 3.2.2.4 – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	82
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	52
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.

3.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения.

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья расходов включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} , \quad (11)$$

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.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./

изделия и т.п.

Таблица 3.3.1.1 – Материальные затраты

Наименование статей	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Итого затраты, руб.
Швеллер стальной горячекатаный 27П	м	3	3125	9375
Швеллер стальной горячекатаный 24П	м	3	2580	7740
Швеллер стальной горячекатаный 8П	м	8	492	3936
Каретка HSR 35	шт	2	12872	25744
Направляющая	шт.	1	14651	14651
Муфта	шт	1	1000	1000
Подшипниковый узел	шт	2	2140	4280

Гайка фланцевая	шт	1	9720	9720
Трапецеидальный винт	шт	1	21800	21800
Полоса 80x10	м	2	360	720
Полоса 50x10	м	2	250	500
Уголок 40x40x4	м	3	177	531
подшипник 60305	шт	2	205	410
Подшипник 8306	шт	1	180	180
Мотор-редуктор NMRV-105- 60-23,3 -B5 - 2,2	шт	1	22050	22050
Мотор-редуктор MR373-40/35.25-3.0/1500-M1	шт	1	40000	40000
Крепеж	шт	226	18	4180
Итого:				166817

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В статье приведены расходы, на станки, которые используются при изготовлении детали, в реальности данное оборудование не закупалось для этого проекта.

Таблица 3.3.2.1 - Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Цены единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб.
Персональный компьютер	2	55	110
Принтер	1	25	25
Windows 10	1	15	15
Microsoft Office	1	10	10
Solidworks 2018	1	15	15
Сварочный аппарат	1	40	40
Токарный станок с ЧПУ СKE 6130i/600	1	1715	1715
Верстак слесарный	1	50	50

Итого

1980 тыс. руб.

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок всех оборудований, год: 10

Мы работаем 3 месяца, то есть $\frac{198000}{10 \cdot 12} \cdot 3 = 49500$

3.3.3 Основная и дополнительная 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:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}},$$

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

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

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$):

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $Z_{\text{осн}}$ – основная заработная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (таблица 4.9);

$Z_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d},$$

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. (таблица 3.3.3.1)

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_d} = \frac{48360 \cdot 10,4}{246} = 2044,48 \text{ руб.},$$

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.}$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 24800 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 48360 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) k_{\text{р}} = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где $Z_{\text{тс}}$ – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, принимается равным 0,3;

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок, принимается равным 0,2;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, принимается равным 1,3 (для г. Томска).

Таблица 3.3.3.1 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
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 3.3.3.2 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИИП	$Z_{тс}$, руб	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}$, руб	$Z_{дн}$, руб	$T_{р}$, раб.дн.	$Z_{осн}$, руб
Руководитель	24800	0,3	0,2	1,3	48360	2044,48	20	40889,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	52	90641,2
Итого:								131530,8

3.3.4 Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 40889,6 = 6133,44 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 90641,2 = 13596,18 \text{ руб.}$$

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

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

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

где $k_{внеб}$ – 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.

3.3.6 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:

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{\text{нр}}$$

$$Z_{\text{накл}} = 166072,89$$

3.3.7 Бюджетная стоимость

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ.

Таблица 3.3.7.1 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
1	2	3	4	5	6	7	8
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Бюджет
49500	166817	131530,8	19729,6	45378,13	412955,55	66072,89	479028,44

3.4 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:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}},$$

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).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.1}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{479028,44}{584570} = 0,82;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{584570}{614000} = 0,95;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{614000}{584570} = 1,05.$$

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:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i,$$

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 3.4.1.

Таблица 3.4.1 – 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:

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,65$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,4$$

$$I_{p3} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 3,85$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,73} = 6,37;$$

$$I_{исп.2} = \frac{4,4}{1} = 4,4;$$

$$I_{исп.3} = \frac{3,85}{0,57} = 4,81.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = \frac{4,4}{6,37} = 0,689.$$

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 24 рабочих дней, инженеру 52 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 479028,44 рублей

4. Социальная ответственность

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6В	Зайковой Анне Сергеевне

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Конструкция установки для продольного резания покрышек	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: станок для разрезания вдоль беговой дорожки автошин на две половинки. Область применения: начальные операции при переработке шин в крошку.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none">– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	– ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019); – ОНТП 14-93; – ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ; – ГОСТ Р ИСО 14738-2007; – ГОСТ Р ИСО 6385-2016; – СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	- воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим; - повышенный уровень шума - недостаточная освещенность - электрический ток - микроклимат

3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> – загрязнение атмосферы: туманы масел и эмульсий; – загрязнение гидросферы: СОЖ, масла; – загрязнение литосферы: стружки, опилки металлов.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>Перечень вероятных ЧС, которые могут возникнуть при разработке и эксплуатации проектируемого решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сильные морозы - предполагаемая диверсия - пожар <p>Наиболее вероятная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> - пожар <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время ЧС, план эвакуации.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.04.2020
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М. С,	-		10.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6В	Зайкова Анна Сергеевна		10.04.2020

Введение

Во многих развитых странах на сегодняшний день осуществляются попытки создать технологии по переработке изношенных покрышек, которые позволили бы вторично применять резину во всевозможных товарах и материалах. Данное направление пытается развиваться и в нашей стране, поскольку утилизация шин является серьезной экологической и экономической проблемой. Эффективная с точки зрения экономики переработка автошин позволит не только решить многие экологические проблемы, связанные с данной отраслью, но и обеспечит высокую прибыльность перерабатывающих производств. А устранение свалок непригодных автопокрышек позволит освободить для применения по назначению существенные площади занимаемых ими пространств.

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, организации оптимальных норм для совершенствования условий труда, поддержание работоспособности во время деятельности, обеспечения производственной безопасности человека, а также охраны окружающей среды.

Вопросы производственной и экологической безопасности рассматриваются на основе проектирования, изготовления и испытания приспособления разрезания автомобильных шин по экватору. Данное устройство относится к начальным методам переработки и служит для облегчения дальнейшей переработки автошин в резиновую крошку.

Изготовление приспособления и сборка происходила с применением универсального металлорежущего оборудования. Основным местом проведения работы является 101 аудитория 16 корпуса НИ ТПУ.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1.1. Специальные (характерные для рабочей зоны исследователя) правовые нормы трудового законодательства

К особенностям трудового законодательства при работе на производственном участке можно отнести режим рабочего времени, оплату и нормирование труда. 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 ненормированного рабочего дня;
- 3)режим гибкого рабочего времени;
- 4)режим сменной работы;
- 5)вахтовый режим работы;
- 6)режим раздробленного рабочего дня (рабочего времени, разделенного на части).

В данном случае наиболее предпочтительным будет режим сменной работы, поскольку на данном производственном участке, согласно статье 103 Трудового кодекса РФ, введена работа в две смены для более эффективного использования оборудования.

4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

В данном разделе проанализированы вопросы, относящиеся к организации рабочего места согласно с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

При проектировании рабочего места необходимо уделить внимание охране окружающей среды, а именно организации безотходного производства.

При проектировании рабочего места для станка диаметральной резки покрышек, должны быть учтены освещенность, влажность, шум, температура, наличие электромагнитных полей и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочего места.

Рабочее место, представляет собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса. Рабочее место является основной подсистемой производственного процесса:

1) Рабочее место должно обеспечивать максимальную надежность и эффективность работы.

2) Рабочее пространство должно быть достаточным, позволять осуществлять все необходимые движения и перемещения при эксплуатации и обслуживании оборудования.

3) В рабочем пространстве должна быть «зона свободной досягаемости», то есть участок, на котором сконцентрировано все оборудование: инструменты, материалы, приспособления, которыми приходится часто пользоваться.

4.2. Производственная безопасность

В данном разделе анализируются вредные и опасные факторы, которые имеют вероятность к возникновению при работе над исследованиями в лаборатории, при разработке или использовании проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [20]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 4.2.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны; [21] СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. [22]
2. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	ГОСТ 12.1.003-2014. «Шум. Общие требования безопасности.» [23]
3. Превышение уровня шума			+	ГОСТ 12.1.030–81 ГОСТ 12.1.030–81
4. Электрический ток	+	+	+	ССБТ. Защитное заземление, зануление. [24]
5. Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим	+	+	+	ГОСТ 12.1.038–82 Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. [25] СНиП41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование. [27] ГОСТ 12.1.007-76. Система

				стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. [28]
--	--	--	--	---

4.2.1 Микроклимат

Необходимо соответствие состояния микроклимата на механическом участке допустимым нормам по ГОСТ 12.1.005-88[21]. Метеорологические условия в производственных условиях определяются такими параметрами, как:

- температура воздуха t , °С;
- относительная влажность воздуха ϕ , %;
- скорость движения воздуха на рабочем месте v , м/с.

Существенным фактором в помещениях является движение воздуха, воздействующим на тепловое самочувствие человека. В случае жаркого помещения, движение воздуха содействует повышению отдачи теплоты организмом и благоприятно влияет на его состояние, но также оказывает негативное воздействие при низкой температуре воздуха в холодный период года.

По тяжести работ оператор относится к категории 2б. Параметры микроклимата не должны выходить за рамки допустимых значений, указанных в таблице 4.2.1.1.

Таблица 4.2.1.1 Значения микроклимата

Период года	Категория работ	Температура, С°	Влажность, %	Скорость воздуха, м/с
----------------	--------------------	-----------------	--------------	--------------------------

Теплый	26	18-27	65	0,2
Холодный	26	17-23	<75	0,2

На проектируемом участке показания, зарегистрированные замеры микроклимата, не превосходят допустимых границ и обеспечивается это за счет следующего:

- в теплый период года – использование искусственной вентиляции.
- в холодный период года – применение водяного отопления;

4.2.2 Освещение

Согласно СНиП 23-05-95[29] в лаборатории, в которой совершается периодическое наблюдение за ходом производственного процесса при непрерывном нахождении людей в помещении освещенность при системе общего освещения должна быть не ниже чем 150 Лк.

Надлежащим образом спроектированное и осуществленное освещение поддерживает высокий уровень работоспособности, проявляет положительное психологическое воздействие на человека и содействует росту продуктивности работы. Необходимо отсутствие резких теней на рабочих поверхностях, которые формируют неоднородное распределение поверхностей с различной яркостью в области поля зрения, искривляет размеры и формы объектов различия, в результате данного воздействия поднимается утомляемость и уменьшается продуктивность труда.

При расчете общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности применяется метод коэффициента светового потока, который учитывает световой поток, отражённый от таких поверхностей, как потолок и стены. Длина помещения $A = 12$ м, ширина $B = 8$ м, высота = 3,5 м. Высота рабочей поверхности над полом $h_p = 1$ м.

Выбираем лампу ЛД-40, световой поток которой равен $\Phi_{\text{лд}} = 2300$ Лм. Выбираем светильники с люминесцентными лампами типа ОДОР-2-40. Этот светильник имеет две лампы мощностью 40 Вт каждая, длина светильника равна 1227 мм, ширина – 265 мм.

Коэффициент отражения свежепобеленных стен с окнами без штор $\rho_c = 70\%$, чистого бетонного потолка $\rho_{\text{п}} = 50\%$. Коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника, для помещений со средним выделением пыли равен $K_z = 1,5$. Коэффициент неравномерности для люминесцентных ламп $Z = 1,1$.

Интегральным критерием оптимальности расположения светильников является величина λ , которая для люминесцентных светильников с защитной решёткой лежит в диапазоне 1,1–1,3. Принимаем $\lambda = 1,2$, расстояние светильников от перекрытия (свес) $h_c = 0,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью определяется по формуле: $h = H - h_p - h_c = 3,5 - 1 - 0,5 = 2$ м.

Индекс помещения определяется по формуле:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} = \frac{12 \cdot 8}{2 \cdot (12 + 8)} = 2,4$$

Коэффициент использования светового потока $\eta = 0,56$.

Потребные группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$n = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_z \cdot Z}{\Phi_{\text{п}} \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{2300 \cdot 0,56} \approx 18$$

Общее число светильников: $n = 9$.

Размещаем светильники в 3 ряда по 3 светильника.

Расстояние от крайних светильников или рядов до стены определяется по формуле:

$$\frac{2}{3}L_1 + 2L_1 + 3 \cdot 1227 = 12000$$

$$L_1 = 3120$$

Расстояние между соседними светильниками или рядами определяется по формуле:

$$\frac{2}{3}L_2 + 2L_2 + 3 \cdot 256 = 8000$$

$$L_2 = 2702$$

Расчет светового потока группы люминесцентных ламп светильника определяется по формуле:

$$\Phi_p = \frac{E \cdot A \cdot B \cdot K_3 \cdot Z}{n \cdot \eta} = \frac{150 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{18 \cdot 0,56} = 2357$$

Проверяем выполнение условия:

$$-10\% \leq \frac{\Phi_{\text{лд}} - \Phi_{\text{п}}}{\Phi_{\text{лд}}} \cdot 100\% \leq 20\%$$

$$\frac{2300 - 2357}{2300} \cdot 100\% \approx -2,5\%$$

$$-10\% \leq -2,5\% \leq 20\% \sim \text{условие выполнено.}$$

4.2.4 Электробезопасность

Электробезопасность представляет собой систему организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту людей от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статистического электричества.

Лаборатория относится к I классу электроопасности - помещению без повышенной опасности. Станок работает в сети с напряжением 380 В. Помещение сухое (влажность 40-50%), отапливаемое, с токонепроводящими

полами. СИЗ не предусмотрены, к СКЗ можно отнести заземление станков и оплетку проводов из токонепроводимого материала.

4.2.3 Производственный шум

Предельно допустимый уровень (ПДУ) шума - это уровень фактора, который при ежедневной (кроме выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Соблюдение ПДУ шума не исключает нарушения здоровья у сверхчувствительных лиц.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-2014[23] и СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002 [30]. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должно превышать 80 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

СКЗ: устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования; изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко- и виброизоляции, звуко- и вибропоглощения; применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

СИЗ: применение спецодежды, спецобуви и защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

4.2.5 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке

поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать спецодежду.

4.3. Экологическая безопасность

4.3.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

1. Атмосфера

Механическая металлообработка на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений, чем отрицательно влияют на состояние атмосферы.

На предприятии в соответствии с требованиями Федерального закона от 04.05.1999 N 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране атмосферного воздуха» [31] должен быть разработан проект нормативов предельно-допустимых выбросов, который устанавливает нормы выброса в атмосферу для каждого стационарного источника.

Методы защиты атмосферы при наличии загрязнений:

- очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху;

- локализация токсичных веществ в зоне их формирования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере.

2. Гидросфера

Загрязнителями гидросферы на производственных участках являются различные масла, отработанные СОЖ, органические растворители и т.д.

В соответствии с ГОСТ 17.1.3.06-82[32], на промышленных предприятиях при соответствующем технико-экономическом обосновании должны создаваться замкнутые системы водоснабжения.

Методы защиты: смазочно-охлаждающую жидкость фильтровать и вернуть в цикл, взвеси собрать и сдать в строительную или дорожную промышленность в качестве инертного материала.

3. Литосфера

Загрязнителем литосферы будут считаться захоронения промышленных и бытовых отходов. К промышленным отходам относятся микростружка, опилки металлов, демпферный лом. Каждый отход должен быть включен в проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР).

Методы защиты:

В ходе металлообработки снимается слой металлической стружки, которая должна правильно утилизироваться для переработки (переплавки). Стружку необходимо разделить на цветной и черный лом, спрессовать, упаковать и отправить на переплавку. Ртутные лампы сдать в соответствующую фирму на утилизацию.

4. 4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4. 4. 1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Механическая переработка изношенных автомобильных шин не относится к взрывопожароопасным и химически опасным производствам.

Лаборатория находится в городе Томск с континентально-циклоническим климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т.д.) в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС могут быть: природного характера – сильные морозы, техногенного характера – шпионаж, диверсия.

Критически низкие температуры могут привести к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае заморозки труб в лаборатории предусмотрены запасные электрообогреватели. Электропитание для обогревателей обеспечивает генератор. Данное оборудование хранится на складе и их техническое состояние постоянно проверяется.

ЧС, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными, однако, работы в данном случае все равно прекращаются.

Среди возможных чрезвычайных ситуаций следует отметить возможность возникновения пожара вследствие неисправности в электрических сетях.

Правила пожарной безопасности устанавливают общие требования пожарной безопасности на территории Российской Федерации и являются обязательными для исполнения всеми предприятиями, учреждениями и организациями (независимо от форм собственности, вида деятельности и ведомственной принадлежности), их работниками, а также гражданами.

4.4.2 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС.

Для уменьшения опасности возникновения и распространения пожаров большое значение имеет грамотное устройство и расположение помещений и

выходов из них. Обязательным является наличие вентиляции, так как при ее отсутствии в случае возгорания будет сильное задымление помещений, что затруднит борьбу с пожаром. Обязательно наличие оповещающей пожарной сигнализации в производственном помещении. Производственный участок также должен быть оснащен средствами пожаротушения. В здании должна обеспечиваться быстрая безопасная эвакуация людей в случае возникновения пожара. Пожарную опасность представляют электрические устройства в случае перегрузки или короткого замыкания. Для предотвращения этого должен быть проведен правильный монтаж сетей и агрегатов, а их эксплуатация должна обеспечиваться в соответствии с правил их эксплуатации.

Для предупреждения рабочих об опасности поражения электрическим током используют знаки: "Стой - опасно для жизни", "Не влезай - убьют".

При выявлении очага загорания или каких-либо признаков горения (задымление, запах гари и т. п.) рабочий должен: сразу же сообщить об этом, позвонив по телефону «01» или «010» (для мобильной связи). При этом необходимо назвать оператору наименование объекта, место взрыва, пожара, а также представиться, назвав свою фамилию; принять меры по эвакуации людей (согласно плану эвакуации, изображенному на рис. 4.4.2.1.) и совместно с этим приступить к устранению очага пожара и по возможности сохранению имущества, обладающего материальной или какой-либо другой значимой ценностью, устранение очага возгорания нужно осуществлять с помощью первичными средств пожаротушения (огнетушитель ОУ-5ВСЕ, пожарный рукав). При невозможности – покинуть опасную зону [СП 12.13130.2009. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [33]].

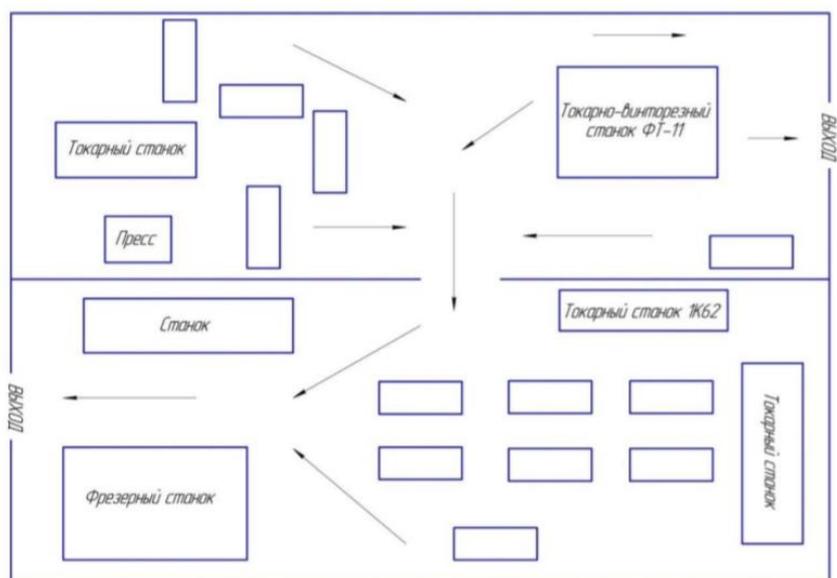


Рисунок 4.4.2.1. План эвакуации аудитории 101а

Вывод

В результате выполнения анализа вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации металлорежущего устройства, 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 данного устройства.

Заключение

Проблема переработки изношенных шин имеет важное экологическое значение, поскольку они скапливаются в местах их эксплуатации и имеют высокий класс опасности. Вывозимые на свалки или сосредоточенные на облегающих территориях шины, продолжительное время загрязняют окружающую среду по причине высокой стойкости к воздействию факторов окружающей среды.

В настоящей дипломной работе рассмотрен силовой расчёт универсальной установки для продольной резки покрышек. Данная установка является первоначальным звеном в линии по переработке шин.

Для достижения указанной цели перед работой был поставлен ряд задач. Первой задачей был литературный обзор, в котором был проведён подробный анализ уже имеющихся установок на рынке, а так же даны важные рекомендации по проектированию универсальной установки. Были разработаны привод дисковой фрезы и привод подачи покрышки в зону резания.

При выполнении раздела финансового менеджмента был проведен анализ конкурентоспособности проекта, произведено планирование. Также был рассчитан бюджет на реализацию проекта, который составил 479028,44 рублей.

При выполнении раздела социальной ответственности были рассмотрены возможные опасные и вредные факторы при проектировании, изготовлении и эксплуатации закалочного комплекса, а также приведены меры по их устранению и предотвращению.

Список литературы:

1. Colesa.ru: шинный портал. «Сибур» проанализировал проблему утилизации шин в России. Режим доступа: <http://sibur.colesa.ru/news/10449.html> (дата обращения 08.04.2020).

2. Разработка и исследование процессов и оборудования для предварительного измельчения шин, подлежащих утилизации. [Электронный курс] – Режим доступа: <https://docplayer.ru/33578442-Federalnoe-gosudarstvennoe-byudzhethnoe-obrazovatelnoe-uchrezhdenie-vysshego-professionalnogo-obrazovaniya.html> (дата обращения 22.03.2020).

3. Патент 2006113492 Российская Федерация, В29В 17/02. Способ разрезания покрышек / Вещев А. А.; Плотников Р. С.; Гончаров Г.М.; патентообладатель г. Ярославль, Московский пр., 88, ЯГТУ. – опубл. 10.03.2008.

4. Патент 2008141196 Российская Федерация, В29В 17/00. Способ разрезания композиционных изделий цилиндрической и торообразной формы / Вещев А. А.; патентообладатель г. Ярославль, Московский пр., 88, ЯГТУ. – опубл. 20.03.2010.

5. Расчет шарико-винтовой передачи [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/1429376/tovarovedenie/raschyotno_konstruktorskaya_chast– (Дата обращения 02.05.2020).

6. Каталог ШВП винтов HIWIN [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hiwin.com.ru/>– (Дата обращения 02.05.2020).

7. Передача винт-гайка. Учебное пособие [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://nizrp.narod.ru/metod/kokmisap/12.pdf>– (Дата обращения 03.05.2020).

8. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с

9. "Марочник сталей и сплавов" Под общ. ред. А.С.Зубченко 2-е издание доп. и испр. М.: Машиностроение 2003г. 784 стр. с ил.
- 10.Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х томах. Т. 2/Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 496 с.
11. Общемашиностроительные нормативы времени и режимы резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением: справочник / Центральное бюро нормативов комитета СССР по труду и социальным вопросам – М.:Экономика, 1990. – 207 с.
12. Анализ технологичности детали. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://megaobuchalka.ru/7/36979.html>
13. Атаманов С.А. Выбор средств измерения и контроля размеров в машиностроении: учеб, пособие / С.А.Атаманов, В. Ф. Гнидо, И.Г. Панков. – Рязань : РИ (ф) МГОУ, 2012.
14. Рогов В.А. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В.А. Рогов. – 2-е изд., испр. и доп., 2016.
15. Сысоев С.К. Технология машиностроения. Проектирования технологических процессов : учеб. пособие / С.К. Сысоев, А.С. Сысоева, В.А. Левко. – СПб.: Лань. 2011.
16. Виханский, Олег Самуилович. Менеджмент: учебник / О.С. Виханский, А. И. Наумов. – 5-е изд., стер., - Москва: Магистр Инфра – М, 2012. – 576 с.
17. Герчикова, Ирина Никоновна. Менеджмент: учебник для вузов / И.Н. Герчикова. – 4-е изд., перераб. и доп.. – Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2014. – 511 с.
18. Мескон, Майкл. Основы менеджмента: пер. с англ.: учебное пособие / М.Х. Мескон, М. Альберт, Ф. Хедоури. – 3-е изд. – Москва: Вильямс, 2008. – 666 с.
19. ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019).

20. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация».
21. ГОСТ 12.1.005-88 Общие санитарно- гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
22. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение.
23. ГОСТ 12.1.003-2014. Шум. Общие требования безопасности.
24. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.
25. ГОСТ 12.1.038–82 Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
26. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
27. СНиП41-01-2003. Отопление, вентиляция и кондиционирование.
28. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
29. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
30. СанПиН 2.2.4/2.1.8.10-32-2002.
31. Федеральный закон от 04.05.1999 № 96-ФЗ (ред. от 29.07.2018) «Об охране атмосферного воздуха»
32. ГОСТ 17.1.3.06-82. Общие требования к охране подземных вод.
33. СП 12.13130.2009. Определение категории помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
34. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
35. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.
36. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
37. ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности.

38. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

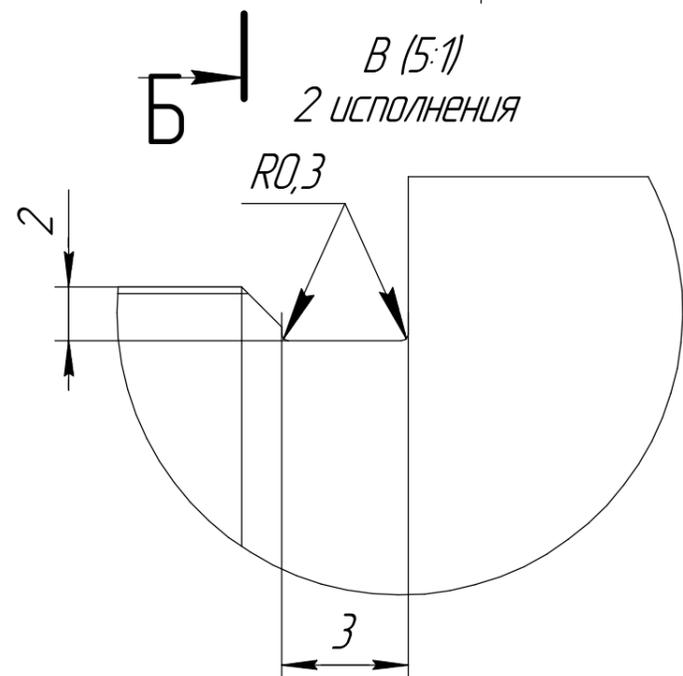
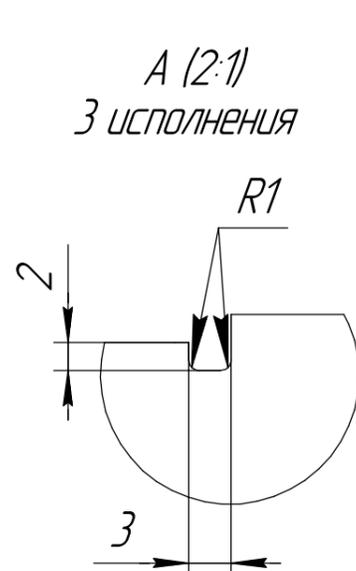
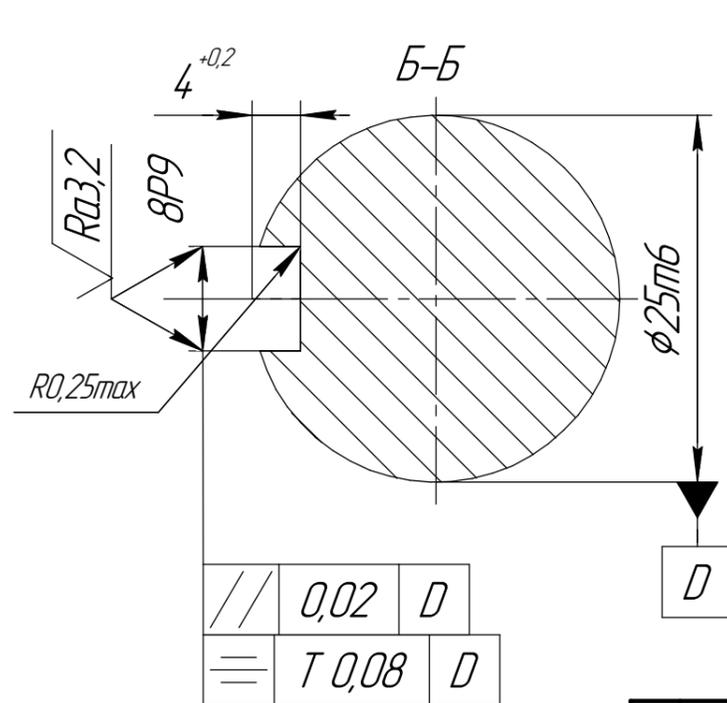
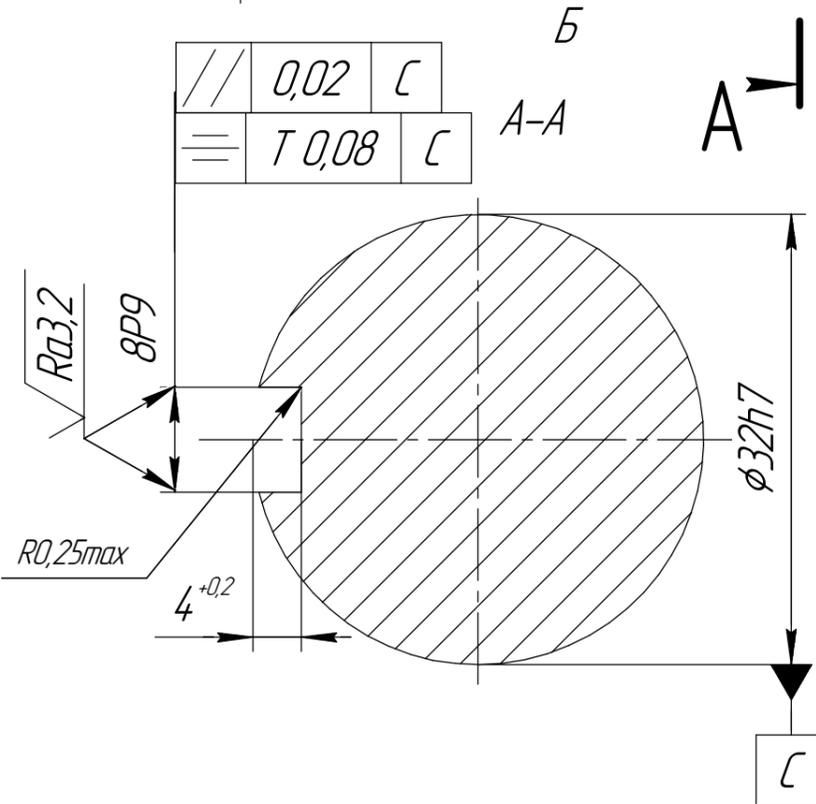
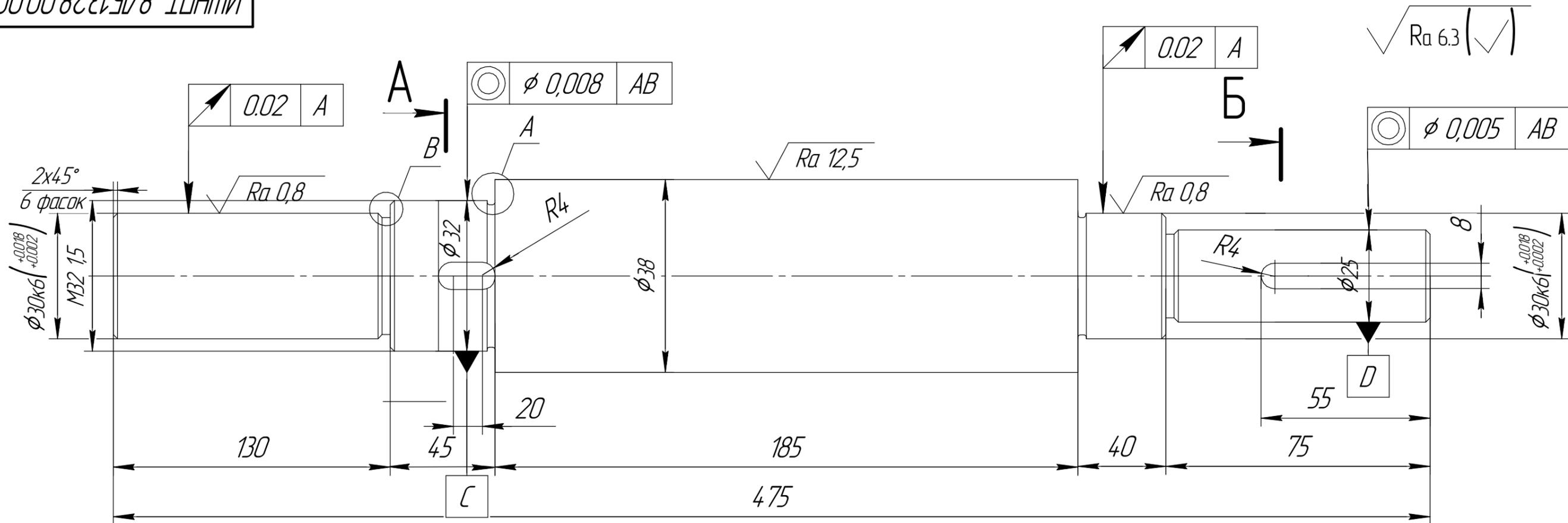
39. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

40. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

41. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

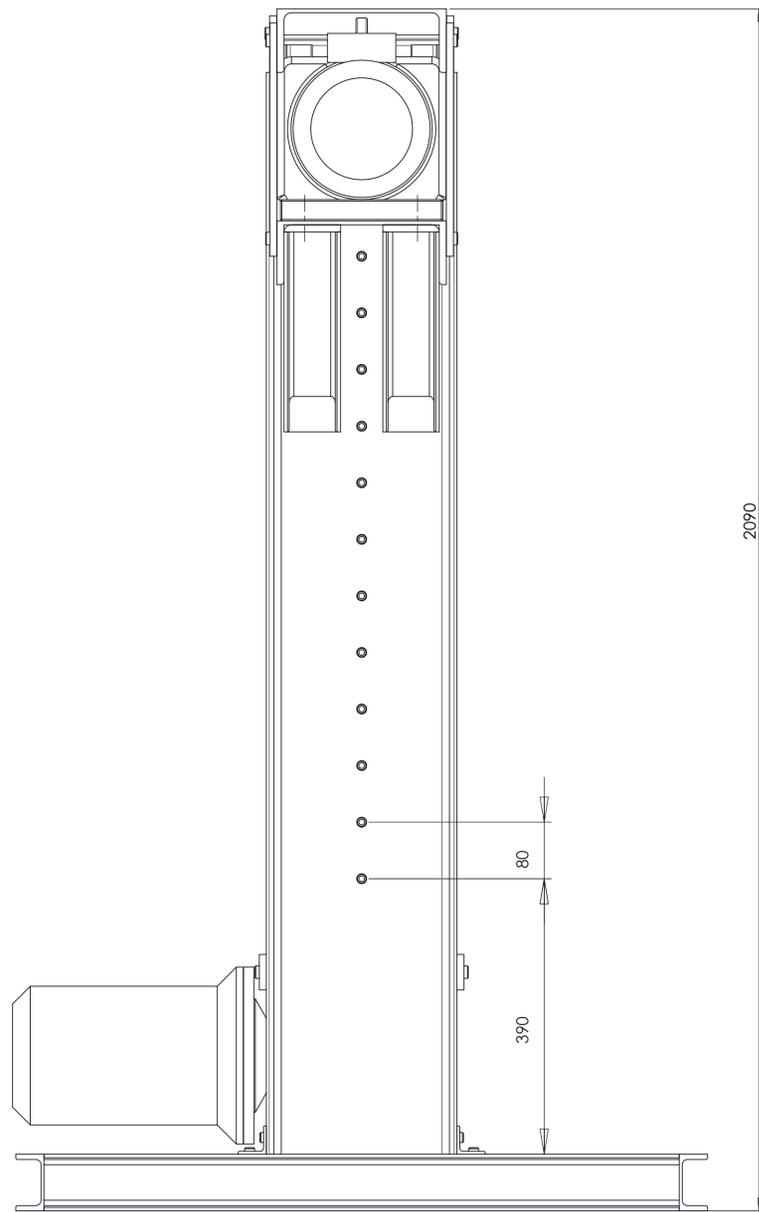
Деталь «вал»



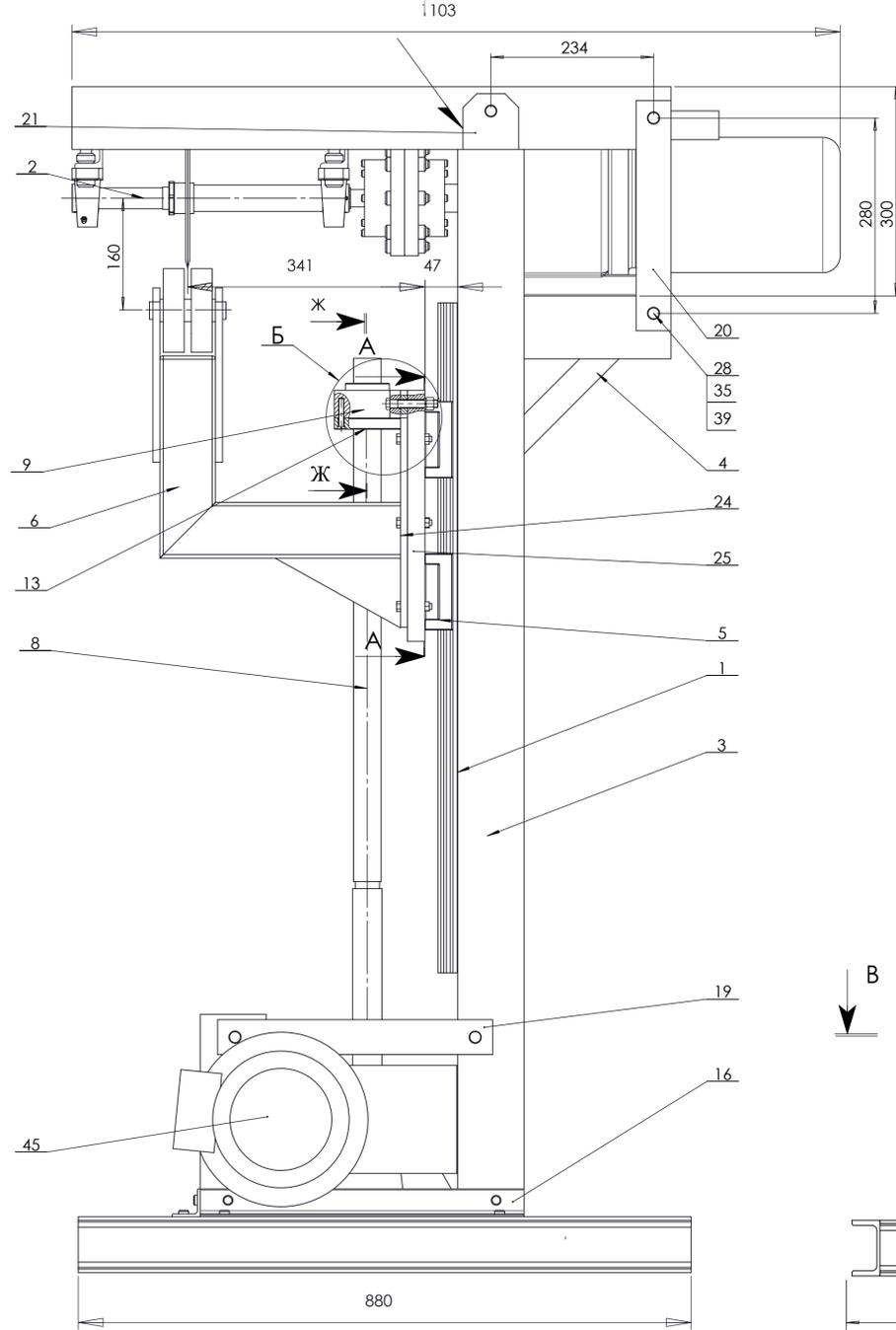
- *Размеры для справок.
- Неуказанные предельные отклонения H14, h14, IT14/2
- Острые кромки притупить фаской 0.5x45*

ИШНПТ-8/151328.00.00.01				Лит.	Масса	Масштаб
Вал						1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов 1
		Зайкова А. С.				
		Черкасов А.И.				
Сталь 45 ГОСТ 1050-88				ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В		
Копировал				Формат А3		

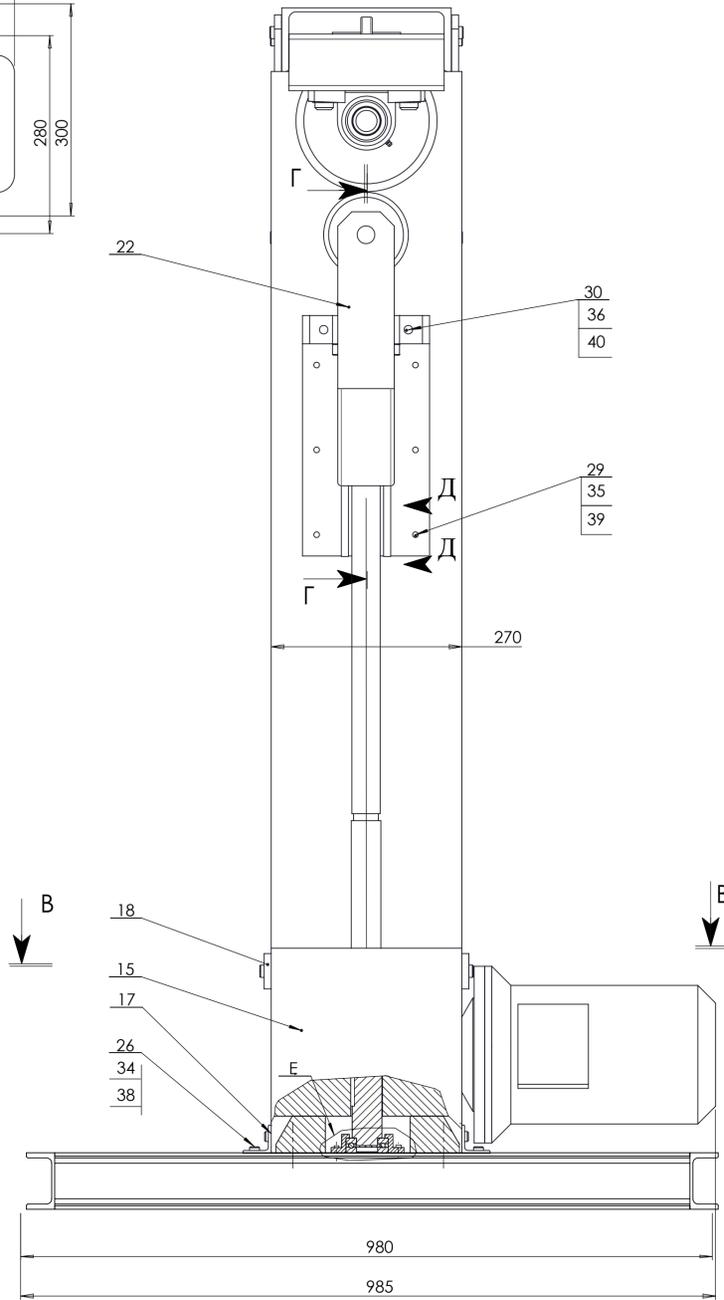
ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Сборочный чертеж



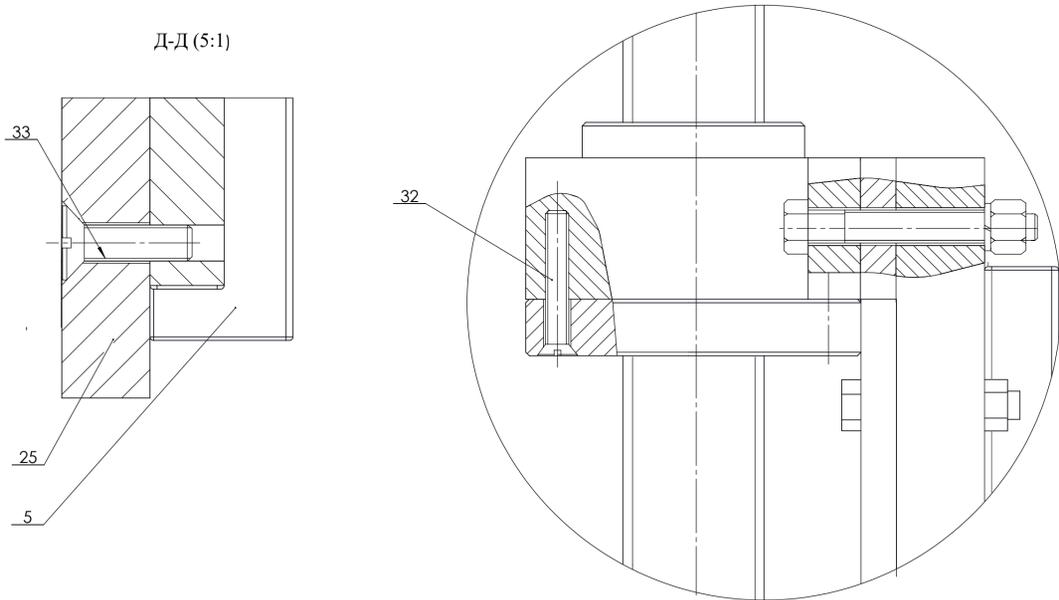
Б-Б (5:1)



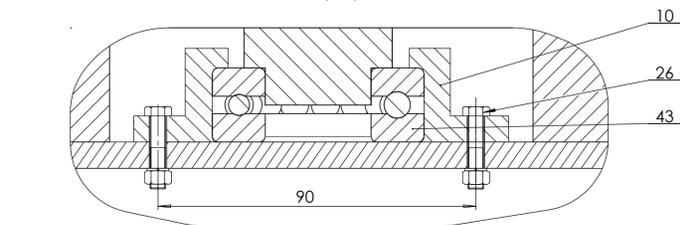
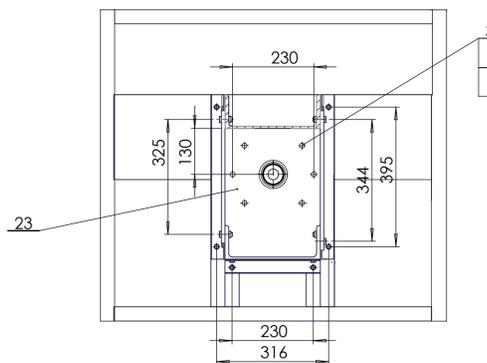
В-В (1:2) Мотор-редуктор не показан



Е-Е (5:1)



Д-Д (5:1)



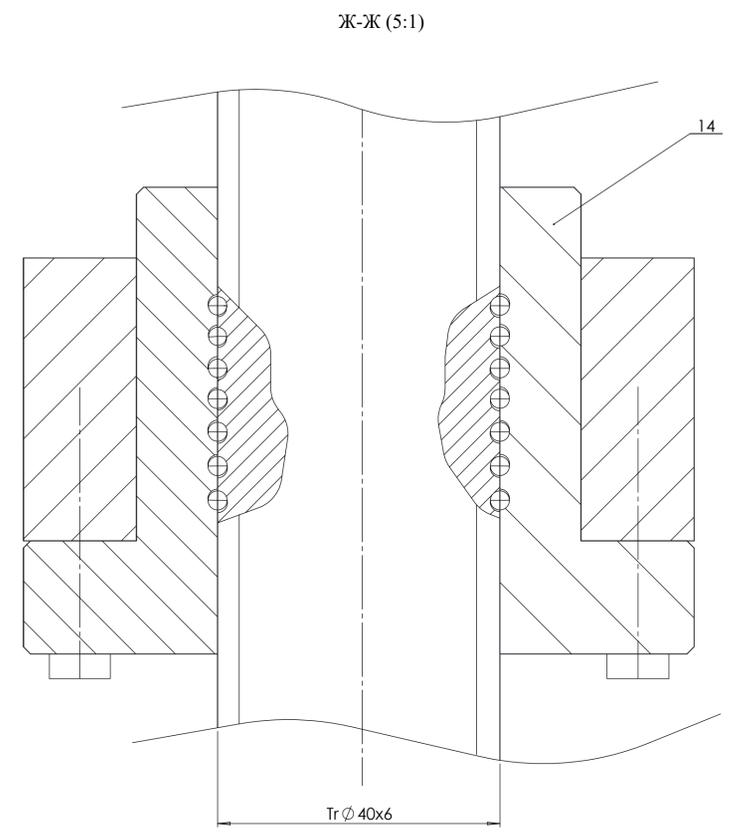
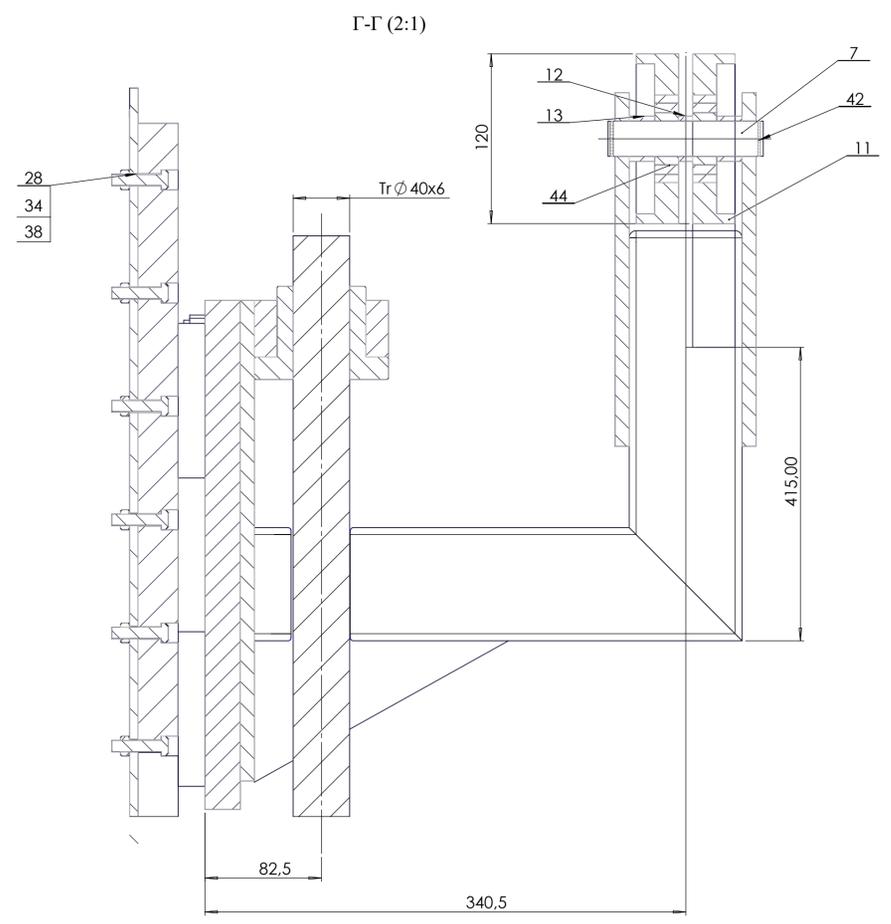
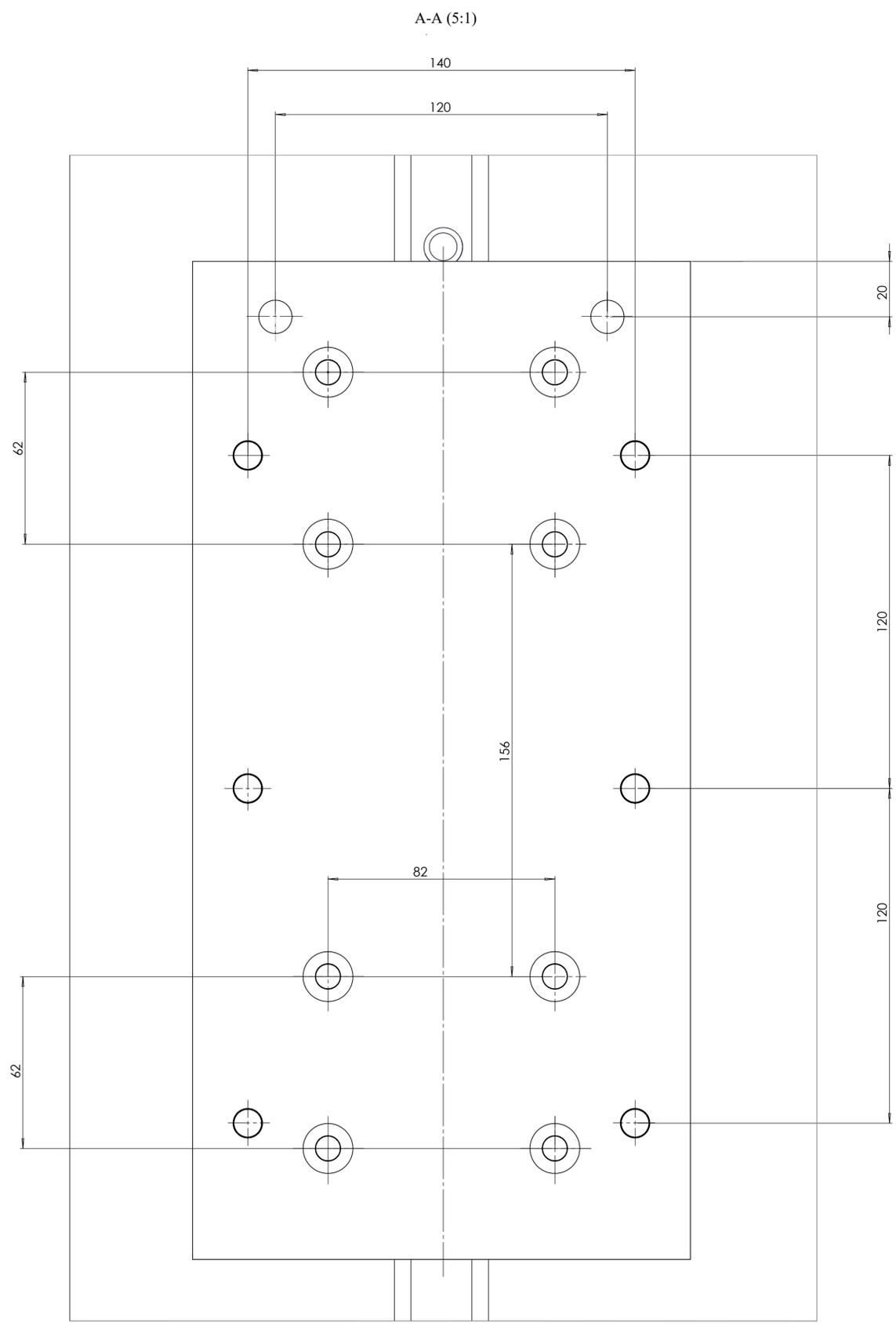
Технические требования:

1. Размеры для справок
2. Острые кромки притупить;
3. Обязательно наличие защиты от саморазвинчивания болтов;
4. Сварные соединения не должны содержать непряработ, местных напылов, пор или лаковых включений, диаметров, превышающих 1 мм.

Технические характеристики:

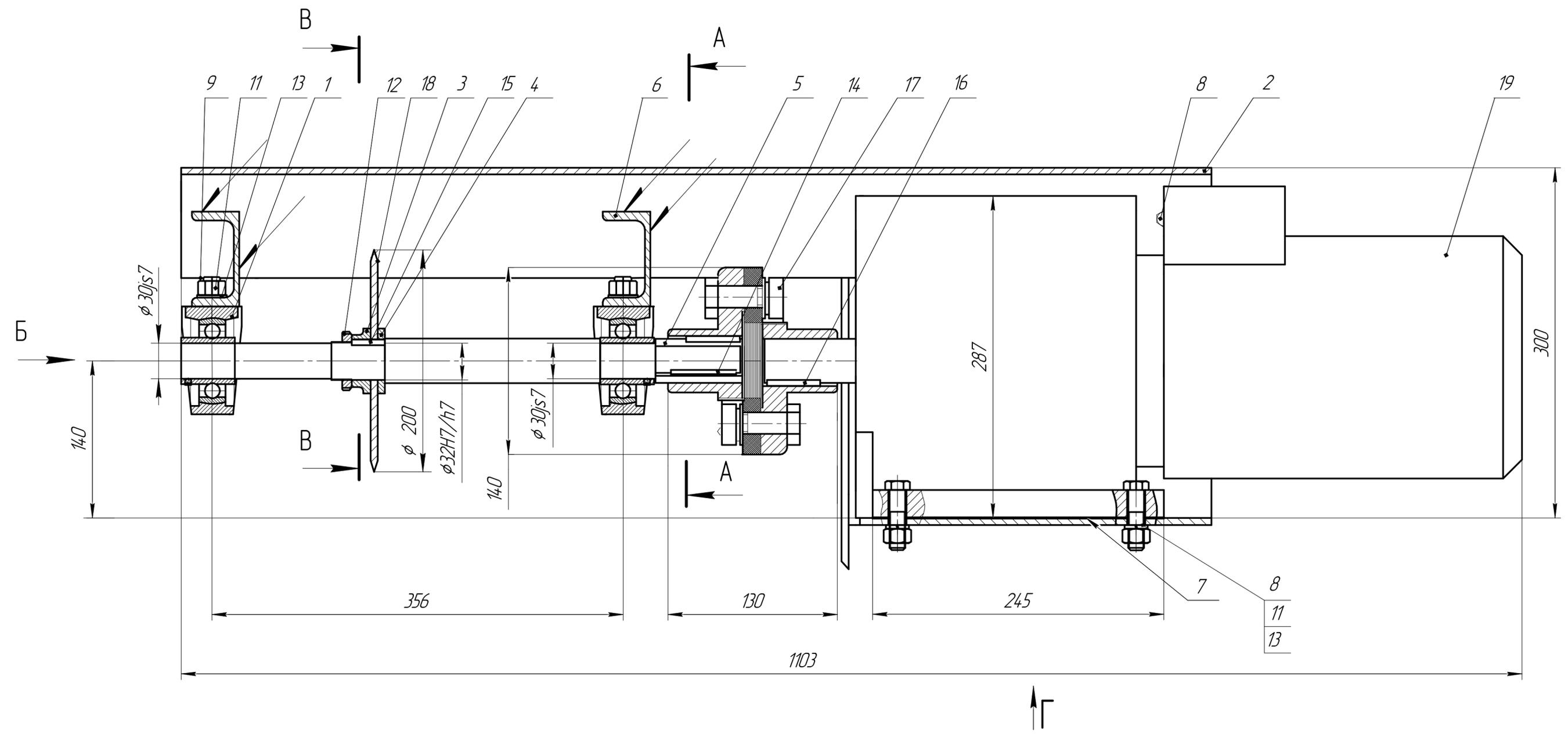
1. Максимальный диаметр покрышки 1200 мм;
2. Максимальная ширина покрышки 250 мм;
3. Частота вращения дисковой фрезы 47 об/мин.
4. Скорость подачи покрышки 150 мм/мин.

ИШНПТ-8/151328.00.00.00 СБ				Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	Лист докум.	Подп.	Дата	Конструкция установки для продольного резания покрышки	
Разраб.	Зайкова А.С.					1:10
Пров.	Черкасов А.И.					
Т. контр.					Лист 1	Листов 1
Н. контр.					НИ ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В	
Утв.					Формат А1	



Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инов. № дубл.
Подл. и дата	Подп. и дата

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			ИШНПТ-8/151328.00.00.00 СБ	Конструкция установки для продольного резания покрышек			
						<u>Сборочные единицы</u>			
		A1		1		Направляющая	1		
				2		Привод главного движения	1		
				3		Каркас	1		
				4		Рама	1		
				5		Каретка	2		
						<u>Детали</u>			
		A1		3		Кронштейн	1		
				7		Вал	1		
				8		Ходовой винт	1		
				9		Корпус гайки	1		
				10		Корпус подшипника	1		
				11		Ролик	2		
				12		Втулка	2		
				13		Втулка	1		
				14		Гайка фланцевая	1		
				15		Швеллер П27	1		
					ИШНПТ-8/151328.00.00.00				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разраб.		Зайкова А.С.					
		Пров.		Черкасов А.И.					
		Н.контр.							
		Утв.							
Инв. № подл.		Конструкция установки для продольного резания покрышек					Лит.	Лист	Листов
								1	3
		НИ ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В							
					Копировал		Формат А4		



Инд. № подл.	Инд. № дробл.	Взам. инд. №	Инд. № дробл.	Подп. и дата
Справ. №	Перв. примен.			

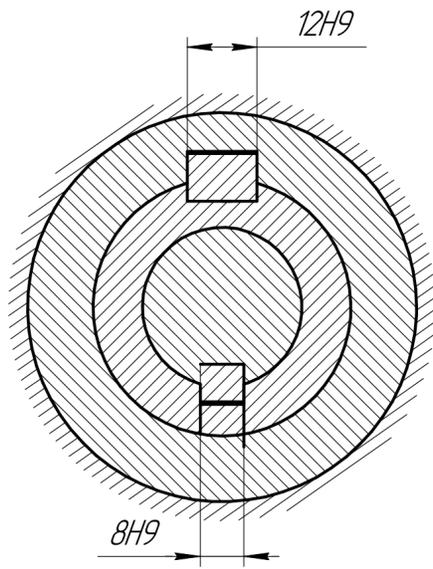
- Технические характеристики:**
1. Частота вращения вала 47 об/мин;
 2. Вращающий момент на валу 407,4 Нм;
 3. Мощность электродвигателя 2,2 кВт;
 4. Частота вращения электродвигателя 1500 об/мин;
 5. Передаточное число редуктора 29,47
 6. Глубина погружения дисковой фрезы в выемку роликов 10 мм

- Технические требования:**
1. Размеры без допусков для справок;
 2. Вращение вала должно быть без заметных вибраций;
 3. Материал инструмента быстрорежущая сталь Р18;
 4. Отклонение от соосности оси двигателя и оси винта не более 0,01 мм;
 5. Покрытие Хим. Окс. прм.

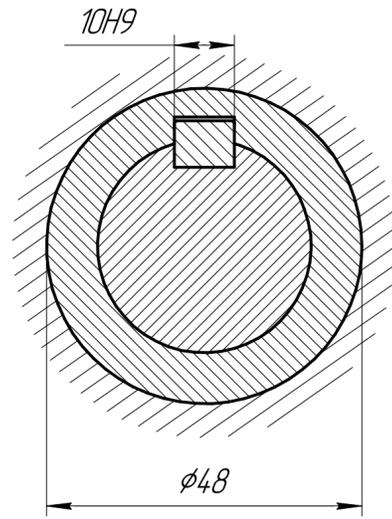
ИШНПТ-8/151328.00.00.01 СБ				Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1:1	
Разраб.	Зайкова А.С.					
Проб.	Черкасов А.И.					
Т.контр.					Лист 1	Листов 2
Н.контр.					Школа ИШНПТ	
Утв.					Группа 4А6В	
Копировал						Формат А2

Привод главного движения

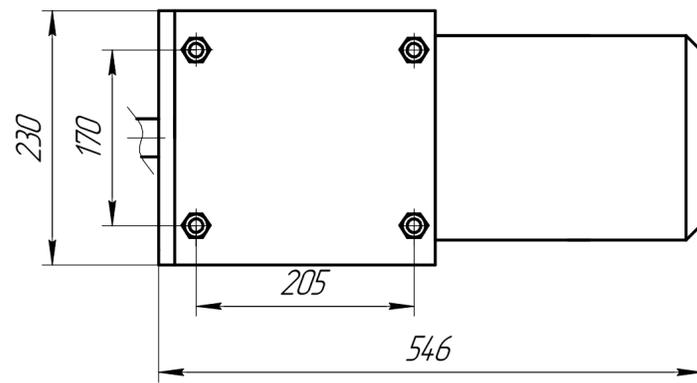
А-А (2:1) Лист 1



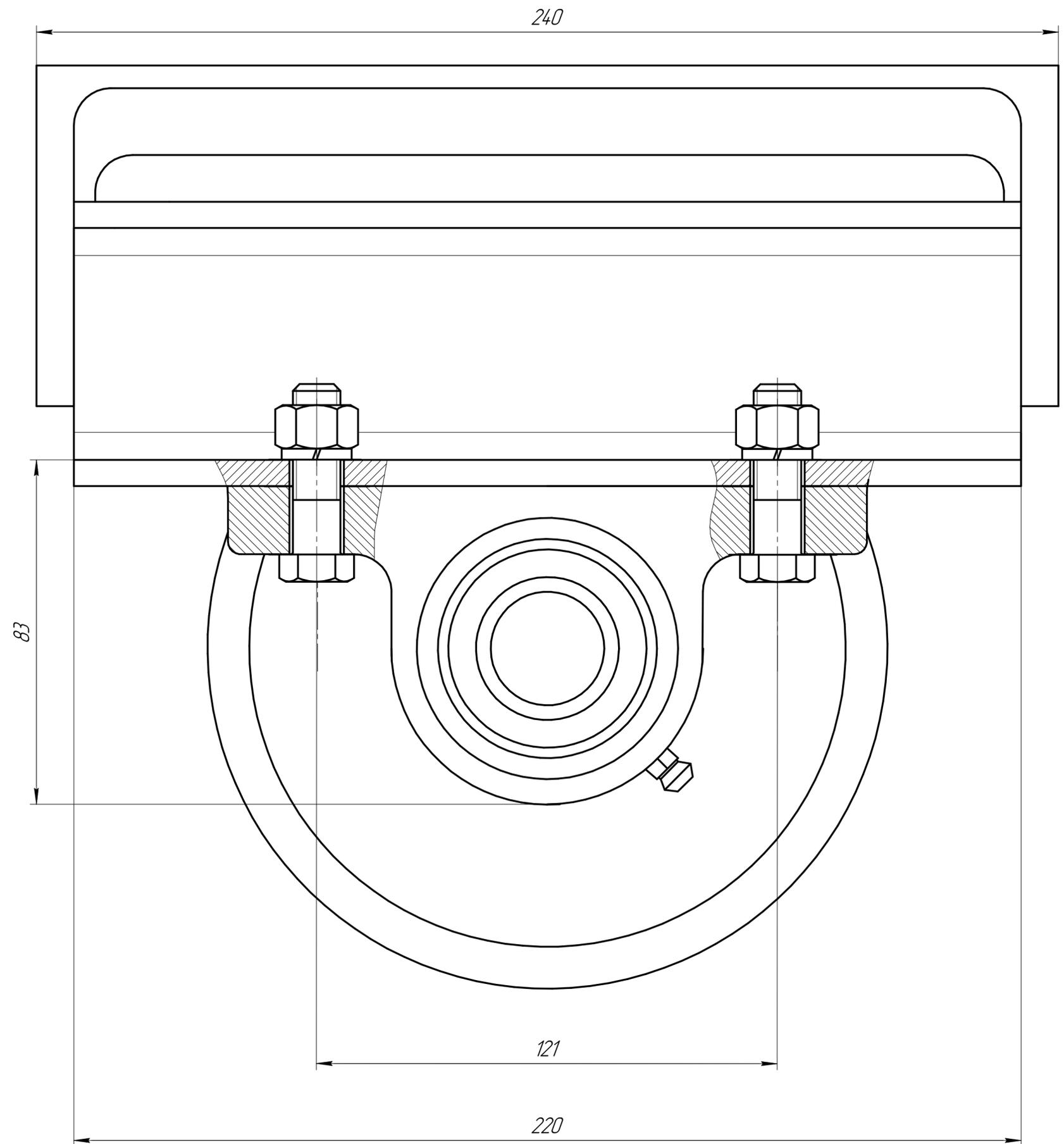
В-В (2:1) Лист 1



Вид Г (1:2) Лист 1. Элементы каркаса не показаны



Вид Б (2,5:1) Лист 1



Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инд. №	Инд. № дробл.
Подп. и дата	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
А3			ИШНПТ-8/151328.00.00.01 СБ	Привод главного движения		
<i>Сборочные единицы</i>						
А3		1		Подшипниковый узел	2	
		2		Швеллер-ходот	1	
<i>Детали</i>						
А3		3		Втулка	1	
		4		Втулка	1	
		5		Втулка	1	
		6		Швеллер	2	
		7		Прокладка	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		5		Болт М10х30 ГОСТ 7798-70	4	
		9		Болт М16х44 ГОСТ 7798-70	4	
		10		Болт М16х51 ГОСТ 7798-70	4	
		11		Гайка М16 ГОСТ 5915-70	8	
		12		Гайка М32х1,5 ГОСТ 24705-2004	1	
ИШНПТ-8/151328.00.00.01						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб. Зайкова А.С.						
Пров. Черкасов А.И.						
Н.контр.						
Утв.						
Привод главного движения				Лит.	Лист	Листов
					1	2
				НИ ТПУ ИШНПТ Группа 4А6В		

