

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 - 15.04.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Разработка технологии изготовления неуравновешенной детали передачи с промежуточными телами качения

УДК 621.83.06-587.5

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4AM81	Талайбеков Аман Талайбекович		11.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		11.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Т.Г.	к.т.н.		04.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин А.И.	д.т.н		31.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.04.01	Коростелева Е.Н.	к.т.н., доцент		

Планируемые результаты обучения по ООП 15.04.01

Код	Результат обучения
Профессиональные компетенции	
Р1	Применять глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания для создания и обработки новых материалов
Р2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
Р3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
Р4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
Р5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Р6	Внедрять, эксплуатировать и обслуживать современные высокотехнологичные линии автоматизированного производства, обеспечивать их высокую эффективность, соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда на машиностроительном производстве, выполнять требования по защите окружающей среды
Универсальные компетенции	
Р7	Использовать глубокие знания по проектному менеджменту для ведения инновационной инженерной деятельности с учетом юридических аспектов защиты интеллектуальной собственности.
Р8	Активно владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в иноязычной среде, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности.
Р9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы, состоящей из специалистов различных направлений и квалификаций, демонстрировать ответственность за результаты работы и готовность следовать корпоративной культуре организации.
Р10	Демонстрировать глубокие знания социальных, этических и культурных аспектов инновационной инженерной деятельности, компетентность в вопросах устойчивого развития.
Р11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности.

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 - 15.04.01 Машиностроение
Отделение школы (НОЦ) - Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП
Коростелева Елена Николаевна

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

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

Студенту:

Группа	ФИО
4AM81	Талайбеков Аман Талайбекович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления неуровновешенной детали передачи с промежуточными телами качения
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Утверждена приказом директора (дата, номер) № 5968/с от 28.02.2020 </div>

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Деталь типа «Втулка» РЗ.904.01.112 с ПТК
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> -Анализ существующих методик </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> уровновешенности деталей с ПТК </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> -Определение неуровновешенности детали </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> -Разработка технологии изготовления эксцентриковой детали </div>
Перечень графического материала	Презентация в MicrosoftPowerPoint

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна
Социальная ответственность	Сечин Александр Иванович
Разделы, выполненные на иностранном языке	Ажель Юрия Петровна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Основная часть, Литературный обзор, Материалы и методы, Результаты исследования, Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение, Социальная ответственность – русский язык.	

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

Задание выдал руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е.А.	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4AM81	Талайбеков Аман Талайбекович		16.12.2019

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит 155 страниц, 21 рисунка, 29 таблиц, 2 приложения, 19 источника литератур.

Ключевые слова: балансировка, метод, вибрация, прокат, оборудование, скорость резанья

Объектом исследования разработка технологии изготовления неуравновешенной детали передачи с промежуточными телами качения.

Целью данной диссертационной работы является исследования дисбаланса и составление технологического процесса на изготовление детали.

В результате магистерской диссертации был выполнен анализ существующих методик определения дисбаланса. Разработан технологический процесс изготовления детали, выбрано металлорежущее оборудование, инструмент и произведен расчет режимов резанья.

В качестве заготовки принят прокат горячекатаный.

В будущем планируется исследование влияние дисбаланса на вибрацию.

Содержание

Введение	8
1. Анализ неуровновешенности эксцентриковой детали	10
1.1. Балансировка вращающихся деталей и узлов	10
1.1.1 Виды неуровновешенности	10
1.1.2. Статическая балансировка вращающихся изделий Цель и задачи статической балансировки	12
1.1.3. Динамическая балансировка	20
1.2. Определение неуровновешенности детали	25
2. Разработка технологии изготовления эксцентриковой детали	29
2.1 Служебное назначение и техническая характеристика узла и деталей	29
2.2. Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства.	30
2.3. Технологическая часть	32
2.3.1 Анализ технологичности объекта производства	32
2.3.2. Выбор заготовки и метода ее получения	35
2.3.3 Составление технологического маршрута обработки	38
2.3.4. Выбор баз	41
2.3.5 Выбор средств технологического оснащения	46
2.3.6. Расчет режимов резания	51
2.3.7. Нормирование технологического процесса механической обработки	63
3. Социальная ответственность	70
3.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства	70
3.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	72
3.3. Профессиональная социальная безопасность.	72
3.3.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.	72
3.3..2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований	73
3.4. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия	74

опасных и вредных факторов	
3.4.1. Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	74
3.4.2. Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места	76
3.4.3. Классификация помещений по электробезопасности	77
3.4.4. Анализ показателей шума и вибрации	77
3.5. Экологическая безопасность.	79
3.5.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	79
3.5.2. Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы)	79
3.6. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	80
3.6. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.	82
3.6. Заключение	83
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективности ресурсосбережение	86
4.1. Введение	86
4.2. Потенциальные потребители результатов исследования	86
4.3. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	87
4.4. SWOT-анализ	89
4.5. Организация и планирование работ	93
4.6. Расчет сметы затрат на выполнение проекта	99
4.7. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	104
4.8. Заключение по разделу	112
Список используемых источников	114
Приложение А	
Приложение Б	

Введение

Одной из особенностей современного технического прогресса является систематический рост рабочих скоростей вращения роторов машин, приборов и механизмов. Естественно, что с увеличением скоростей вращения возникают и повышенные вибрации.

Вибрации, возникающие при работе машин и механизмов, создают дополнительные нагрузки на детали, увеличивают их износ, снижают срок службы изделий, оказывают неблагоприятное физиологическое воздействие на организм человека. Разрушение опор и фундаментов машин, повышенный износ автомобильных шин, некачественное воспроизведение магнитофонной записи — все это и многое другое в большинстве случаев связано с высоким уровнем вибрации. Поэтому борьба с вредными вибрациями — актуальная проблема современного машиностроения и приборостроения. В то же время, вибрации, используемые при работе формовочных и литейных машин, при погружении свай и труб в грунт, при уплотнении бетона и во многих других производственных процессах, являются полезными.

В процессе проектирования машин и механизмов стремятся уменьшить вредные вибрации, выбирая наиболее правильные решения в отношении конструкции и технологии изготовления, добиваются весовой симметрии всех движущихся частей путем уравнивания. Однако, в процессе изготовления и эксплуатации деталей и узлов возникают условия, нарушающие симметрию и приводящие к неуравновешенности. Для уменьшения неуравновешенности при изготовлении, ремонте, эксплуатации производят балансировку тел вращения путем изменения их массы или геометрии.

В развитии машиностроения за последние годы происходят принципиальные изменения. Современные условия производства требуют создания новой техники, машин и механизмов, не уступающих мировым образцам. Для достижения высокого уровня производства и высокой производительности труда необходимо непрерывно обеспечивать повышение темпов технологических процессов на основе применения прогрессивного

режущего инструмента, расширение применения оборудования с ЧПУ, создание роботизированных станочных комплексов и гибких производственных систем, с управлением от ЭВМ.

Применение гибких производственных систем и роботизированных технологических комплексов обеспечивает:

- увеличение уровня технической вооруженности производства за счет автоматизации практически всех основных и вспомогательных и вспомогательных операций;

- повышение производительности труда;

- решение проблемы сокращения дефицита рабочих, выполняющих как основные, так и вспомогательные операции;

- изменение условий и характера труда за счет увеличения доли умственного и сведения к минимуму физического труда.

Диссертация представляет собой работу, в которой обобщаются все технологические познания и навыки, приобретенные за время обучения. Максимальное приближение диссертации к реальным условиям производства повышает заинтересованность в более глубокой ее разработке.

1. Анализ неуровновешенности эксцентриковой детали[1]

Балансировка вращающихся тел – процесс уравнивания вращающихся частей машины – роторов электродвигателей и турбин, коленчатых валов, шкивов, колёс автомобиля и др. Балансировка выполняется как при помощи балансировочных станков, так и непосредственно во время эксплуатации.

Балансировка включает в себя определение значений и углов дисбаланса и установку корректирующих масс для уравнивания ротора.

1.1. Балансировка вращающихся деталей и узлов

1.1.1 Виды неуровновешенности

К основным причинам, вызывающие неуровновешенность вращающихся деталей относятся:

неточность изготовления деталей;

неравномерность распределения материала детали относительно оси вращения;

образование различных структур в детали при термообработке;

неравномерное изнашивание детали в процессе эксплуатации;

пластическая деформация детали;

неточная сборка узла, в результате которой образуется неравномерное распределение массы деталей;

смещение детали в сборочном узле при эксплуатации;

неравномерная нагрузка, приводящая к изгибу детали.

Различают следующие виды неуровновешенности деталей и узлов (рис. 1):

1. Статическая неуровновешенность;
2. Динамическая неуровновешенность;
3. Общая неуровновешенность.

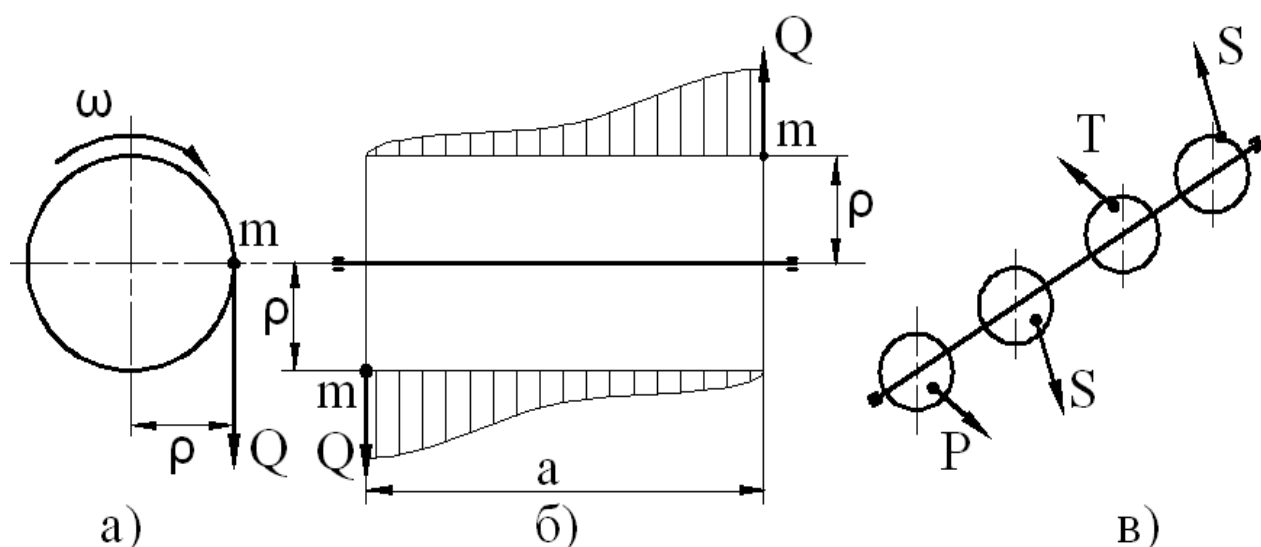


Рисунок 1 – Виды неуравновешенности:

*а – статическая неуравновешенность; б – динамическая неуравновешенность;
в – общая неуравновешенность*

Статическая неуравновешенность образуется в том случае, когда неуравновешенные массы тела приводятся к одной массе и одной центробежной силе, вызываемой этой массой при вращении тела. Статическая неуравновешенность наблюдается в деталях большого диаметра и малой длины (шкивы, маховики и др.) (рис. 1, а).

Ее можно обнаружить взвешиванием на специальных весах либо на призмах, не приводя деталь во вращение.

Приведенная центробежная сила при статической неуравновешенности определяется по следующему выражению:

$$Q = m \cdot \omega^2 \cdot r, \text{ Н} \quad (1)$$

где m – приведенная неуравновешенная масса, кг;

ω – угловая скорость вращения тела, с^{-1} ;

r – расстояние от оси вращения до центра тяжести неуравновешенной массы, м.

Динамическая неуравновешенность получается, если в детали образуются две равные и прямо противоположные центробежные силы, лежащие в одной

плоскости. Каждая центробежная сила определяется при этом по формуле (1), момент от двух сил определяется по формуле (рис. 1,б)

$$M=m \cdot \omega^2 \cdot \rho \cdot a, \quad (2)$$

где a – расстояние между силами, м.

Динамическая неуравновешенность встречается в деталях большой длины: коленчатых валах, роторах электрических машин, центробежных насосах, в валах редукторов.

Общая неуравновешенность возникает, если во вращающейся детали появляются две взаимно противоположные и равные центробежные силы (S-S) и приведенные центробежные силы (P-T, рис. 1, в). Каждая из сил определяется соответствующим уравнением:

$$p=m_1 \cdot \omega^2 \cdot \rho_1, \text{ Н} \quad (3)$$

$$p=m_2 \cdot \omega^2 \cdot \rho_2, \text{ Н}$$

Неуравновешенность повышает нагрузку на подшипники, и, следовательно, их износ изгибает валы, вызывает колебания и вибрацию машины. При балансировке важно определить величину сил, создающих неуравновешенность и их направление.

1.1.2. Статическая балансировка вращающихся изделий Цель и задачи статической балансировки

Основной недостаток статической балансировки, заключающийся в невозможности обнаружить моментную неуравновешенность роторов, устранить нельзя. Поэтому область применения в технике статической балансировки роторов ограничена. В настоящее время статическая балансировка используется для уравнивания роторов дискообразной формы, некоторых узлов, вращающихся с малыми скоростями, а также в том случае, когда единственной целью уравнивания является приведения центра массы детали на ось вращения.

Целью статической балансировки является устранение неуравновешенности вращающейся детали. Задачей статической балансировки

является приведение центра масс изделия на ось вращения путем изменения распределения массы.

Наука о балансировке вращающихся изделий объемна и разнообразна. Особое внимание при монтаже машин уделяется балансировке роторов, валов и колес различного назначения. Существуют способы статической балансировки, динамической балансировки роторов на станках и в собственных подшипниках. Балансируют самые различные роторы – от гироскопов и шлифовальных кругов до роторов турбин и судовых коленчатых валов. Создано множество приспособлений, станков и приборов с применением новейших разработок в области приборостроения и электроники для балансировки разных агрегатов.

Для рабочих колес применима статическая балансировка, т. к. при превышении диаметром колеса его ширины более чем в пять раз остальные составляющие (моментная и динамическая) малы и ими можно пренебречь.

Чтобы сбалансировать колесо, нужно – решить три задачи:

- 1) найти направление, на котором расположен центр тяжести;
- 2) определить, сколько грамм противовеса необходимо и на каком радиусе их расположить;
- 3) уравновесить дисбаланс корректировкой массы рабочего колеса.

Балансировка на призмах проводится явно выраженной неуравновешенности, когда неуравновешенная масса создает неуравновешенную силу, преодолевающую трение качения, и скрытой неуравновешенности, когда неуравновешенная сила недостаточна для преодоления трения качения.

Деталь с явно выраженной неуравновешенностью помещают на призмы таким образом, чтобы неуравновешенная масса G находилась в горизонтальной плоскости, проходящей через ось диска (рис. 2, а). Диаметрально противоположно G помещают такой груз Q , при котором наступает равновесие. Проверку равновесия производят обычно в 4 положениях детали (А, Б, С, Д). Уравновешивающий груз взвешивают и добавляют на диск либо убирают с

противоположной стороны (если это возможно) сверлением, точением, анодно-механической обработкой.

Метод кругового обхода грузами

При скрытой неуравновешенности окружность диска разбивают на 8-12 частей (рис. 2, б) помечают цифрами. Каждую точку деления помещают в плоскость А-А поочередно, прикрепляя груз G такой массы, чтобы диск поворачивался на один и тот же градус (обычно 10). Грузы взвешивают. Точка, где оказался груз наименьшей массы, указывает на место неуравновешенной массы. Эту точку переводят в плоскость А-А (например т. 4) и уравнивают противоположную сторону грузом массой $G = G_8 - G_4$.

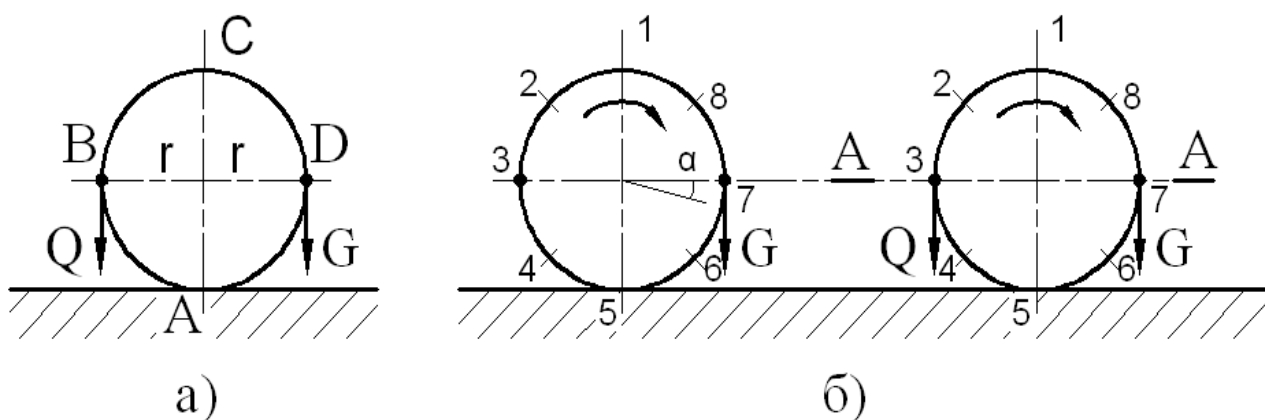


Рисунок 2 – Схемы статической балансировки

Для балансировки применяют магнитные либо пружинные грузы разной массы. Точность балансировки на призмах бывает тем выше, чем качественнее их поверхность. Недостатком балансировки на призмах является невозможность выверки тел с нецилиндрическими образующими либо с многоступенчатым профилем. В этом случае балансировку проводят на роликах, в центрах либо на весах.

Балансировочные весы для дисков малого диаметра применяют вертикального типа, для большого диаметра – горизонтального типа (рис. 3). На правом конце коромысла 1 в открытых подшипниках 2 устанавливают деталь 3. На левой стороне подвешивают груз 4. Если центр тяжести смещен

относительно оси вращения, то при взвешивании в различных положениях весы будут давать различные показания. При положении неуравновешенной массы в положении 1 и 3 весы покажут действительную массу, в положении 2 – завышенную, в положении 4 – заниженную. Детали большого диаметра (колеса вентиляторов, копровые шкивы и др.) балансируют на горизонтальных весах. Методика балансировки аналогична вертикальным весам.

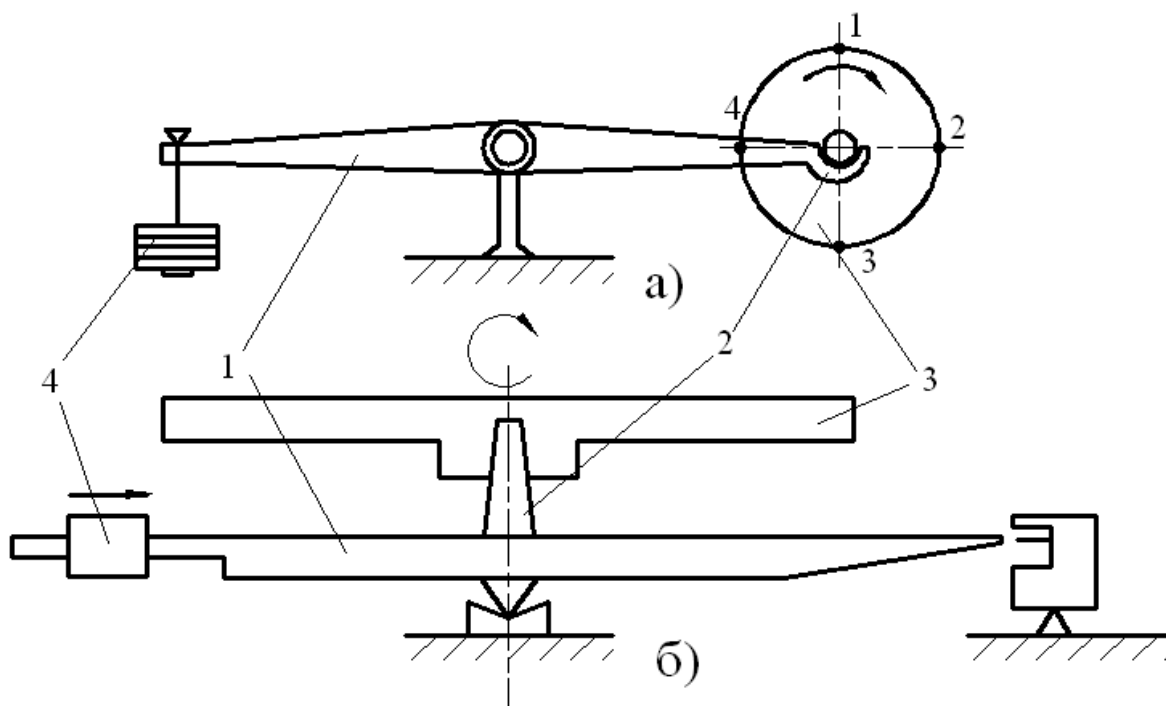


Рисунок 3 – Балансировочные весы

Дисбаланс изделия – это векторная величина, равная произведению локальной неуравновешенной массы m на расстояние до оси изделия или произведению веса изделия на расстояние от оси изделия до центра масс. Такое явление, как дисбаланс, появляется в процессе изготовления (восстановления) деталей, сборки узлов и агрегатов и изменяет свое количественное значение в процессе эксплуатации и текущего ремонта.

Способы устранения дисбаланса

После определения места и величины дисбаланса его необходимо устранить. Для вентиляторов и дымососов дисбаланс компенсируется противовесом, который устанавливается на внешней стороне диска рабочего

колеса. Чаще всего для крепления груза используют электросварку. Этот же эффект достигается снятием металла в «тяжелом» месте на рабочих колесах насосов (по требованиям ТУ допускается снятие металла на глубину не более 1 мм в секторе не более 180°). При этом корректировку дисбаланса стараются проводить на максимальном радиусе, т. к. с увеличением расстояния от оси возрастает влияние массы корректируемого металла на равновесие колеса.

Остаточный дисбаланс

После балансировки рабочего колеса из-за погрешностей измерений и неточности устройств сохраняется смещение центра масс, которое называется остаточным статическим дисбалансом.

Приспособления для статической балансировки

Найти место дисбаланса помогают приспособления для статической балансировки. Их возможно изготовить самостоятельно, они просты и недороги. Рассмотрим некоторые конструкции.

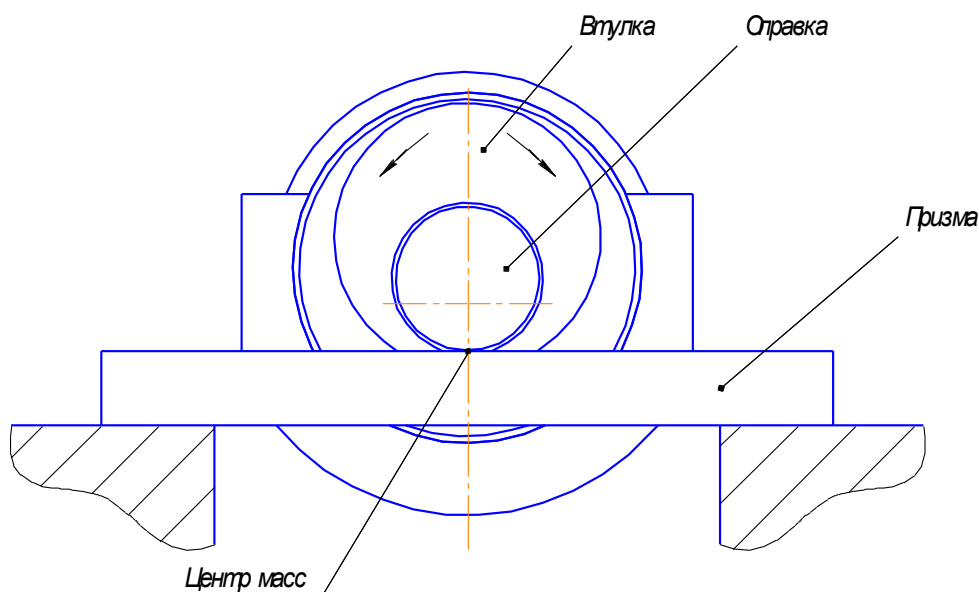


Рисунок 4 – Статическая балансировка на параллельных призмах

Простейшим устройством для статической балансировки являются ножи, или призмы (рис. 4), установленные строго горизонтально и параллельно. Отклонение от горизонта в плоскостях параллельной и перпендикулярной оси колеса, не должно превышать 0,1 мм на 1 м. Средством проверки может

служить уровень «Геологоразведка 0,01» или уровень соответствующей точности. Колесо одевается на оправку, имеющую опорные шлифованные шейки (в качестве оправки можно использовать вал, заранее проверив его точность

Если дать колесу возможность свободно перекачиваться по ножам, то после остановки центр масс колеса займет положение, не совпадающее с нижней точкой из-за трения качения. При вращении колеса в противоположную сторону после остановки оно займет другое положение. Среднее положение нижней точки соответствует истинному положению центра масс. Для статической балансировки часто применяют дисковые устройства (рис. 5). Они не требуют точной горизонтальной установки, как ножи, и на диски (ролики) можно устанавливать роторы с разными диаметрами цапф. Точность определения центра масс меньше из-за дополнительного трения в подшипниках качения роликов.

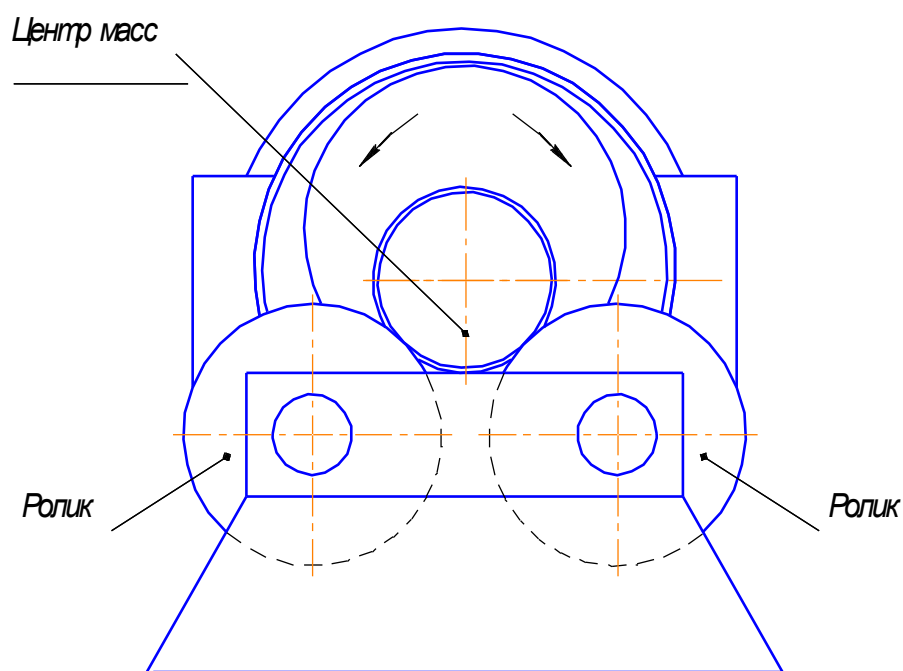


Рисунок 5 – Статическая балансировка на дисковых устройствах

Применяются устройства для статической балансировки роторов в собственных подшипниках. Для снижения трения в них, которое определяет

точность балансировки, применяют вибрацию основания или вращение наружных колец опорных подшипников в разные стороны.

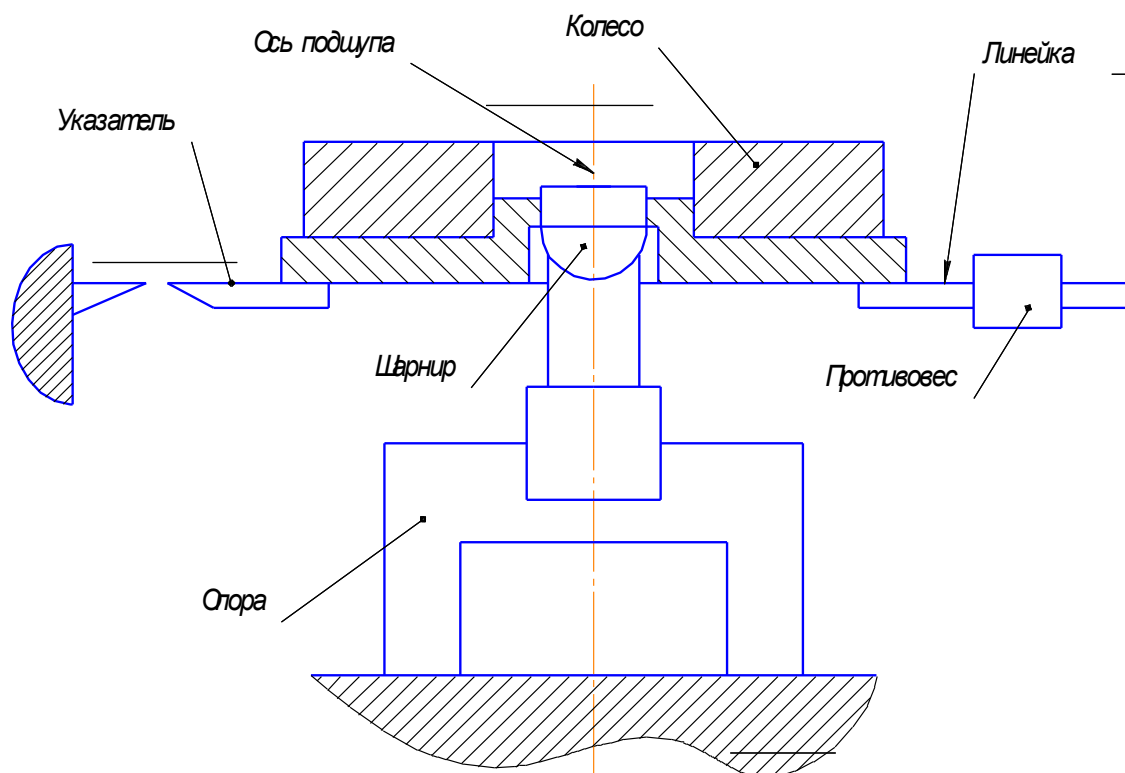


Рисунок 6 – Балансировочные весы

Самым точным и в то же время сложным устройством статической балансировки являются балансировочные весы (рис. 6). Конструкция весов для рабочих колес приведена на рисунке. Колесо устанавливают на оправку по оси шарнира, который может качаться в одной плоскости. При повороте колеса вокруг оси в различных положениях его уравнивают противовесом, по величине которого находят место и дисбаланс колеса.

Методы статической балансировки

Величину дисбаланса, или количество граммов корректирующей массы, определяют следующими способами.

1. метод подбора – установка противовеса в точке противоположной центру масс добиваются равновесия колеса в любых положениях;
2. метод пробной массы $M_{п} - M_{п}$ устанавливают под прямым углом к «тяжелой точке», при этом ротор совершит поворот на угол j .

Корректирующую массу вычисляют по формуле:

$$M_k = M_n \cdot \text{ctg} j \quad (4)$$

или определяют по номограмме (рис.7): через точку, соответствующую пробной массе на шкале M_n , и точку, соответствующую углу отклонения от вертикали j , проводят прямую, пересечение которой с осью M_k дает величину корректирующей массы.

В качестве пробной массы можно использовать магниты или пластилин.

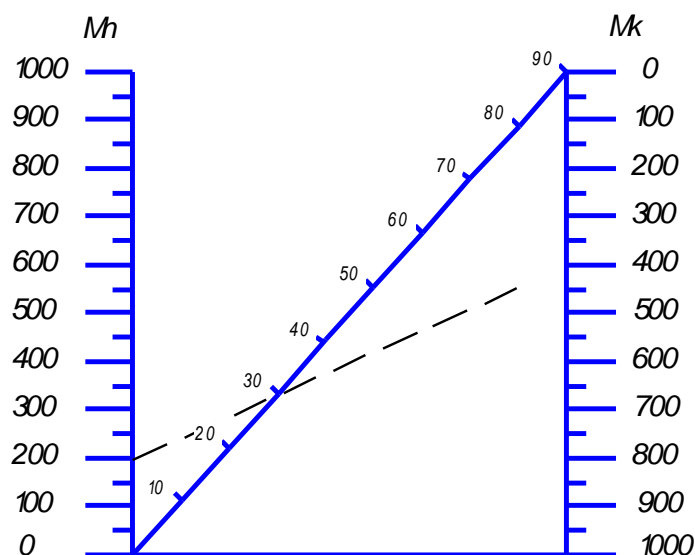


Рисунок 7 – Определение величины дисбаланса по номограмме

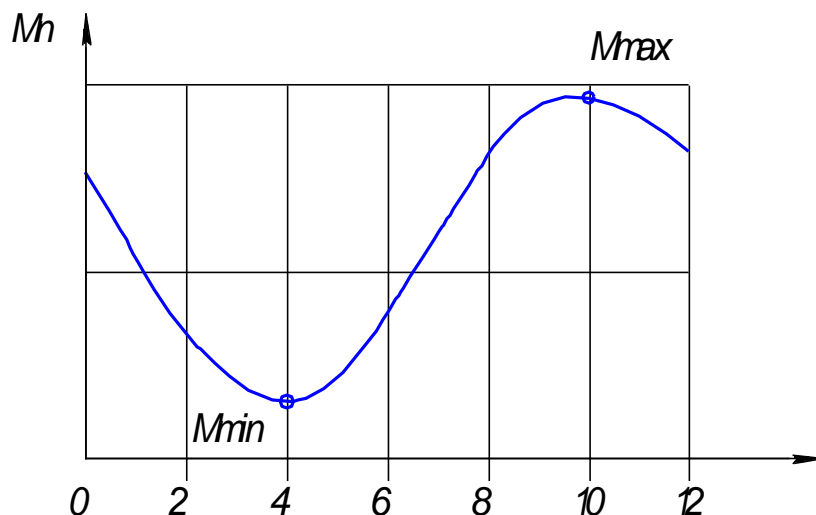


Рисунок 8 – Определение величины дисбаланса по диаграмме

3. метод кругового обхода – самый подробный и наиболее точный, но и наиболее трудоемкий. Он применим и для тяжелых колес, где большое трение мешает точно определить место дисбаланса. Поверхность ротора делят на

двенадцать или более равных частей и последовательно в каждой точке подбирают пробную массу M_p , которая приводит ротор в движение. По полученным данным строят диаграмму (рис. 8) зависимости M_p от положения ротора. Максимум кривой соответствует «легкому» месту, куда необходимо установить корректирующую массу:

$$M_k = (M_{kmax} + M_{kmin}) / 2 \quad (5)$$

Из всех устройств для статической балансировки весы дают самый точный результат, однако это устройство самое сложное. Роликовое устройство, хотя и сложнее параллельных призм в изготовлении, но проще в эксплуатации и дает результат не многим хуже.

Контроль качества статической балансировки осуществляют следующим образом. Практически допустимым считают дисбаланс Q , который при нормальной скорости вращения диска дает неуравновешенную центробежную силу, не превышающую 4-5% веса G диска. Следовательно, справедливым будет уравнение

$$m \cdot \rho \cdot \left| \frac{\pi \cdot n}{30} \right| = 0,045 \cdot G, \quad (6)$$

где G – вес детали, Н;

ρ – радиус действия неуравновешенной массы относительно оси вращения, м;

n – частота вращения, мин⁻¹.

Из выражения (6) определяют неуравновешенную допустимую массу по формуле

$$m = \frac{40 \cdot G}{n^2 \cdot \rho}, \text{ кг} \quad (7)$$

В случае превышения неуравновешенной допустимой массы, необходимо находить конструктивные пути ее снижения.

1.1.3. Динамическая балансировка

Динамическая балансировка осуществляется такими основными способами, как способ максимальных отметок, способ обхода пробным грузом, с помощью балансировочных станков.

Способ максимальных отметок. При данном способе каждую сторону детали балансируют отдельно. Одну сторону например, конец вала делают подвижной, а противоположную закрепляют (рис. 9).

Балансировку осуществляют следующим образом:

1. Определяют на валу 1 окружность расположения уравнивающего груза. Вал 1 Вращают с резонансной частотой вращения, когда частота вращения вала совпадает с частотой свободных колебаний системы вал – подшипник – опора. При резонансной частоте вращения амплитуда колебаний свободного конца вала будет максимальной (рис. 9, а).

2. Измеряют максимальную амплитуду колебаний свободного конца вала с помощью измерителя 4.

3. Наносят отметки на участок цилиндрической поверхности вала с помощью отметчика 5. Для этого участок около подвижной шейки вала (I) забеливают мелом, растворенным в бензине, или устанавливают измерительный экран 6. Первую отметку наносят чертилкой при вращении вала на резонансных оборотах .

4. Определяют максимальную точку колебаний окружности вращения вала (а) на отмеченной дуге.

5. Останавливают вал, соединяющий точку а с центром вращения вала. Точку а переносят на окружность расположения уравнивающего груза (а').

6. В противоположную сторону относительно вращения на окружности наносят радиус O_b под углом 90° к O_a . В точку b помещают пробный груз q.

7. Вращают вал и на резонансных оборотах делают вторую отметку с. Измеряют амплитуду вибрации опоры I. Сносят точку с на окружность 1, получают точку с'.

12. Угол φ зависит в основном от частоты вращения вала ω . Так как при вращении ω постоянна, то и угол φ также будет постоянным. Поэтому, отложив от радиуса OA в направлении вращения вала угол, получим радиус OS , который определяет направление центробежной силы, вызываемой неуравновешенностью вала.

13. Место положения уравнивающего груза Q_1 определяется в точке d , которая получается при пересечении на другой стороне окружности линии, проходящей через OS .

14. Прикрепив найденный груз Q_1 на места в точке d , переходят к балансировке второго конца вала, определяя необходимую массу груза Q_2 .

15. Освобождают оба конца вала и вращают с целью проверки. Если наблюдается незначительная вибрация, то с противоположных сторон, на которых закреплены грузы Q_1 и Q_2 для улучшения балансировки, закрепляют дополнительные грузы q_1 и q_2 (под углом 180° к Q_1 и Q_2). Массу грузов определяют опытным путем. Их либо привинчивают, либо наклепывают, либо приворачивают. Вместо увеличения массы легких участков вала можно уменьшить массу тяжелых участков сверлением, обрубкой, шлифовкой, анодно-механической обработкой и др.

Способ обхода пробным грузом. Данный способ более надежен, чем способ максимальных отметок, но он требует значительно большего времени для балансировки. В этом случае каждый конец вала также балансируют (рис. 6.9) отдельно.

1. Окружность вала делят на 8 - 12 частей. Точки помечают порядковыми номерами (рис. 10).

2. После этого измеряют амплитуды колебаний на резонансных оборотах без уравнивающего груза.

3. Затем на каждую точку прикрепляют груз q одной и той же известной массы и измеряют амплитуды колебаний с грузом q .

4. Определяют точку, в которой амплитуда будет наибольшей. Следовательно, в этом направлении будут действовать силы инерции.

5. Противоположно направлению сил инерции устанавливают на вал уравнивающий груз Q_1 , массу которого определяют пробным путем.

6. При явно выраженной неуравновешенности, когда силы инерции превышают силы упругости пружин подвески конца вала, дополнительный груз можно не применять, ориентируясь на амплитуды колебаний при вращении вала.

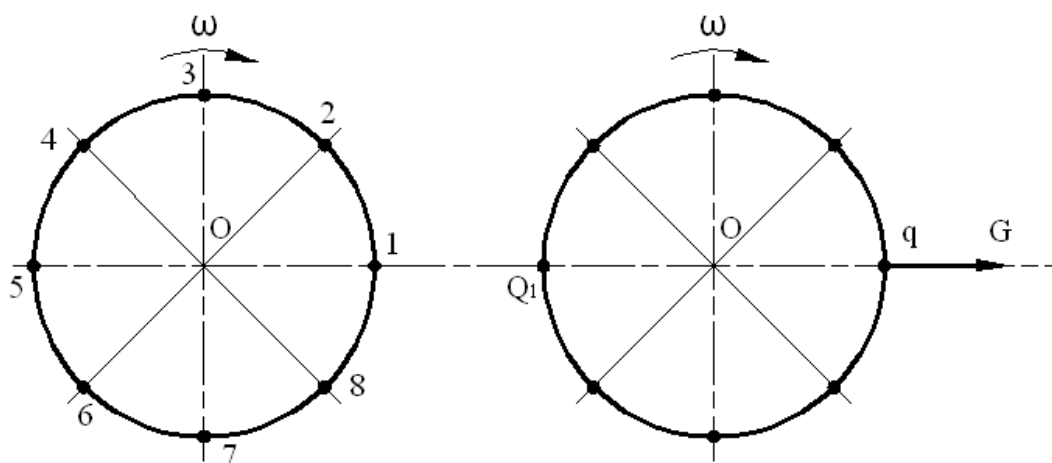


Рисунок 10 – Схема балансировки обхода грузом

Следует отметить, что основным недостатком статической балансировки является необходимость получения низкого коэффициента трения при больших нагрузках от веса рабочих колес. Повышение точности и эффективности балансировки насосов, дымососов и вентиляторов в горной промышленности можно достичь методами динамической балансировки роторов на станках и в собственных подшипниках.

Работа вращающихся механизмов. Надежная и исправная работа вращающихся механизмов зависит от большого числа факторов: таких как соосность валов агрегата; состояние подшипников, их смазка, посадка на валу и в корпусе; износ корпусов и уплотнений; зазоры в проточной части; выработка сальниковых втулок; радиальный бой и прогиб вала; дисбаланс рабочего колеса и ротора; подвеска трубопроводов; исправность обратных клапанов; состояние рам, фундаментов, анкерных болтов и многое другое. Очень часто упущенный

небольшой дефект, как снежный ком тянет за собой другие, а в результате выход оборудования из строя. Только учитывая все факторы, точно своевременно диагностируя их, и соблюдая требования ТУ на ремонт вращающихся механизмов, можно добиться безотказной работы агрегатов, обеспечить заданные рабочие параметры, увеличить межремонтный ресурс, снизить уровень вибрации и шума.

В настоящее время идет непрерывная работа по снижению материальных затрат на ремонт, усовершенствованию технологий ремонта, модернизации конструкций оборудования, требованиям к отремонтированному оборудованию и рационализаторским предложениям по повышению качества и снижению трудоемкости ремонта.

1.2. Определение неуравновешенности детали

Для определения устойчивости детали необходимо определить вес двух половинок относительно оси вращения детали.

Площади фигур определяем по известным формулам [2].

Площадь круга по формуле:

$$S = \pi \cdot R^2, \quad (9)$$

где R – радиус круга, см.

Площадь сегмента:

$$S = \frac{R^2}{2} \cdot \left(\frac{\pi \cdot \alpha}{180} - \sin \alpha \right), \quad (10)$$

где α – центральный угол между двумя радиусами, стягивающих хорду.

Объем определяется по формуле:

$$V = S \cdot L, \quad (11)$$

где L – длина, см.

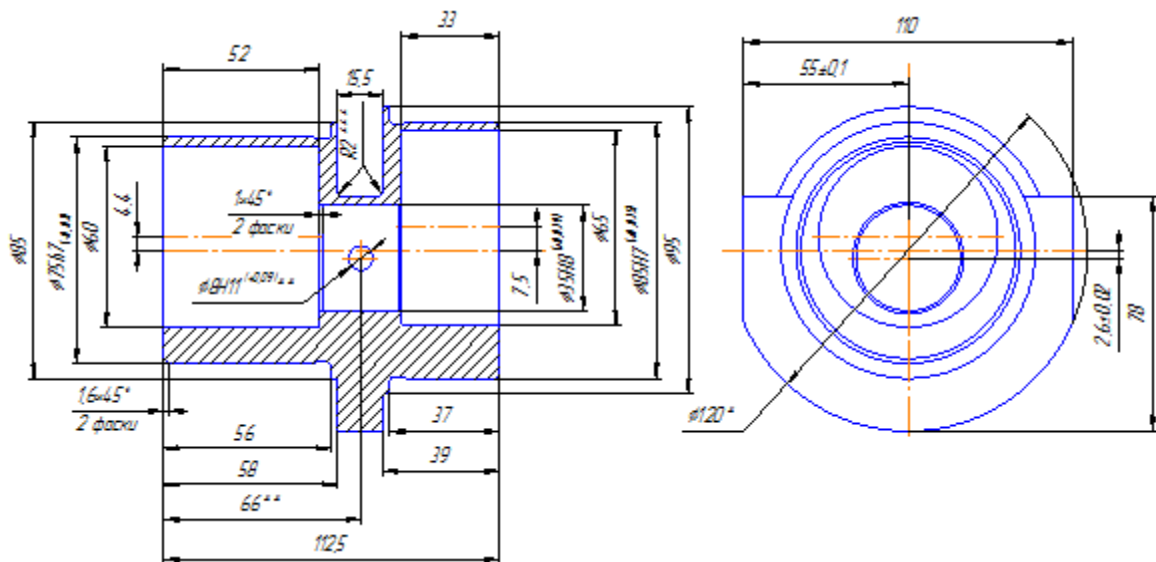


Рисунок 11 – Чертеж детали

Определяем объемы фигур обрабатываемой детали.

Диаметр 60 мм, длина 52 мм.

Определяем объем фигуры по формуле 11 с использованием формулы 9

$$V = 3,14 \cdot 3^2 \cdot 5,2 = 146,95 \text{ см}^3.$$

Принимаем V_1 объем верхней части детали, V_2 объем нижней части детали.

$$1 \quad V_1 = V - V_2 = 146,95 - 51,57 = 95,38 \text{ см}^3.$$

Определяем объем сегмента по формуле 11 с использованием формулы 10

$$2 \quad V_2 = \frac{3^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 152,6}{180} - \sin 152,6 \right) \cdot 5,2 = 51,57 \text{ см}^3.$$

Остальные расчеты аналогичные.

Диаметр 75 мм, длина 56 мм.

$$V = 3,14 \cdot 3,75^2 \cdot 5,6 = 247,28 \text{ см}^3.$$

$$1 \quad V_1 = V - V_2 = 247,28 - 66,92 = 180,36 \text{ см}^3.$$

$$2 \quad V_2 = \frac{3^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 171,9}{180} - \sin 171,9 \right) \cdot 5,6 = 66,92 \text{ см}^3.$$

Диаметр 65 мм, длина 33 мм.

$$V = 3,14 \cdot 3,25^2 \cdot 3,3 = 109,45 \text{ см}^2.$$

$$1 \ V_1 = V - V_2 = 109,45 - 33,44 = 76,01 \text{ см}^3.$$

$$2 \ V_2 = \frac{3,25^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 143,78}{180} - \sin 143,78 \right) \cdot 3,3 = 33,44 \text{ см}^3.$$

Диаметр 85 мм, длина 37 мм.

$$V = 3,14 \cdot 4,25^2 \cdot 3,7 = 209,85 \text{ см}^3.$$

$$1 \ V_1 = V - V_2 = 209,85 - 96,24 = 113,61 \text{ см}^3.$$

$$2 \ V_2 = \frac{4,25^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 172,5}{180} - \sin 172,5 \right) \cdot 3,7 = 96,24 \text{ см}^3.$$

Диаметр 35 мм, длина 27,5 мм.

$$V_1 = V_2 = 3,14 \cdot 1,75^2 \cdot 2,75 / 2 = 13,22 \text{ см}^2.$$

Диаметр 120 мм, длина 15,5 мм.

$$V = 3,14 \cdot 6^2 \cdot 1,55 = 87,6 \text{ см}^3.$$

$$1 \ V_1 = \frac{6^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 143,8}{180} - \sin 143,8 \right) \cdot 1,55 = 53,53 \text{ см}^3.$$

Лыски диаметр 120 мм, длина 15,5 мм.

$$S_1 = \frac{6^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 54,75}{180} - \sin 54,75 \right) = 7,75 \text{ см}^3.$$

Диаметр 85 мм, длина 2 мм.

$$V = 3,14 \cdot 4,25^2 \cdot 0,2 = 11,34 \text{ см}^3.$$

$$1 \ V_1 = V - V_2 = 11,34 - 5,2 = 6,14 \text{ см}^3.$$

$$2 \ V_2 = \frac{4,25^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 172,5}{180} - \sin 172,5 \right) \cdot 0,2 = 5,2 \text{ см}^3.$$

Диаметр 95 мм, длина 2 мм.

$$V = 3,14 \cdot 4,75^2 \cdot 0,2 = 14,17 \text{ см}^2.$$

$$1 \ V_1 = V - V_2 = 14,17 - 6,7 = 7,47 \text{ см}^3.$$

$$2 \ V_2 = \frac{4,75^2}{2} \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 175}{180} - \sin 175 \right) \cdot 0,2 = 6,7 \text{ см}^3.$$

Для расчета объем каждой половинки необходимо от полного объема фигуры отнять объем удаленного металла.

$$V_1 = -95,38 + 180,36 - 76,01 + 113,61 - 13,22 + 6,14 + 7,47 - 55,92 - 7,75 = 159,1 \text{ см}^3.$$

$$V_2 = -51,57 + 66,92 - 33,44 + 96,24 - 13,22 + 5,2 + 6,7 - 7,75 = 157,7 \text{ см}^3.$$

Определяем массу каждой половинки детали по следующей формуле[3]:

$$m = V \cdot \rho, \quad (12)$$

где $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$ – плотность материала.

$$m_1 = V_1 \cdot \rho = 159,1 \cdot 7,8 / 1000 = 1,225 \text{ кг}.$$

$$m_2 = V_2 \cdot \rho = 157,7 \cdot 7,8 / 1000 = 1,215 \text{ кг}.$$

Разница масс $1,225 - 1,215 = 0,01 \text{ кг}$.

Следовательно деталь не устойчивая.

Для уравнивания детали необходимо выбрать от нижней половины детали материал массой $0,01 \text{ кг}$.

Определяем необходимый объем материала, который необходимо удалить по формуле 12:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{10^3 \cdot 0,01}{7,8} = 1,282 \text{ см}^3.$$

Для удаления материала сверлим в нижней части детали отверстие диаметром 12 мм .

Определяем площадь отверстия по формуле 9:

$$S = 3,14 \cdot 0,6^2 = 1,1304 \text{ см}^2.$$

Определяем глубину сверления по формуле 11:

$$L = \frac{V}{S} = \frac{1,282}{1,1304} = 1,13 \text{ см}.$$

После сверления отверстия диаметром 12 мм на глубину $11,3 \text{ мм}$ деталь будет уравновешенной.

2. Разработка технологии изготовления эксцентриковой детали

2.1 Служебное назначение и техническая характеристика узла и деталей

Деталь типа «Втулка» РЗ.904.01.112 предназначена для балансировки в колеса в редукторе .

Втулка изготавливается круга В-120 ГОСТ 2590-2006 из марки стали 40Х-1-ТО ГОСТ 4543 – 71.

Вид поставки: Прокат горячекатанный, круглый, диаметром 120 мм, обычной точности прокатки В по ГОСТ 2590 из стали марки 40Х, группы качества поверхности 1, термически обработанный ТО.

Использование в промышленности: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, губчатые венцы, болты, полуоси, втулки и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Химический состав, свойства и характеристики и механические свойства стали 40Х приведены в таблицах 1, 2 и 3.

Таблица 1 – Химический состав стали 40Х

С , %	Si, %	Mn, %	Cr, %	S не более, %	P не более, %	Cu не более, %	Ni не более, %
0,36÷0,44	0,17÷0,37	0,50÷0,80	0,80÷1,10	0,035	0,035	0,30	0,30

Таблица 2 – Свойства и характеристики стали 40Х

Удельный вес	7820 кг/м ³
Твердость материала	НВ 10 ⁻¹ = 217 МПа
Температура критических точек	Ac ₁ = 743, Ac ₃ (Ac _m) = 815, Ar ₃ (Ar _{cм}) = 730, Ar ₁ = 693
Флокеночувствительность	чувствительна
Свариваемость	трудносвариваема. Способы сварки: РДС, ЭШС, необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС - необходима последующая термообработка.
Обрабатываемость резанием	в горячекатаном состоянии при НВ 163-168 и $\sigma_B=610$ МПа, $K_{\text{в тв. спл}}=1,2$ и $K_{\text{вб.ст}}=0,95$

Продолжение таблицы 2	
Температура ковки, °С	начала 1250, конца 800. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе
Склонность к отпускной хрупкости	склонна

Таблица 3 - Механические свойства стали 40Х

Состояние поставки, режим термообработки	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_B (МПа)	δ_5 (%)	Ψ %	KCU (Дж / см ²)	HB
Закалка 840-860 °С, вода, масло. Отпуск 580-650 °С, вода, воздух.						
101-200	490	655	15	45	59	212-248
201-300	440	635	14	40	54	197-265
301-500	345	590	14	38	49	174-217

2.2. Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства.

Исходя из массы детали и годовой программы выпуска, находим тип производства.

Масса детали и годовая программа выпуска приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Втулка	P3.90401.112	1000	0,00244	2,44

Тип производства при изготовлении деталей - мелкосерийное

Тип производства определён приближённо. В дальнейшем после разработки технологических процессов сборки и изготовления детали серийность производства будет уточняться. Уточнение производится по коэффициенту закрепления операций в соответствии с ГОСТ 14.004-83.

Тип производства зависит от двух факторов, а именно: заданной программы и трудоемкости изготовления изделия. На основании заданной программы рассчитывается такт выпуска изделия t_b , а трудоемкость определяется средним штучным временем $T_{шт}$ по операциям действующего на производстве или аналогичного технологического процесса. Отношение этих

величин принято называть коэффициентом серийности:

$$k_c = \frac{t_b}{T_{шт}}, \quad (13)$$

Обычно считают, что коэффициент серийности определяет количество различных операций по обработке одной или нескольких деталей, закрепленных за одним станком в течение года. Приняты следующие значения коэффициента серийности:

для массового производства $k_c = 1$;

для крупносерийного $k_c = 2 - 10$;

для среднесерийного $k_c = 10 - 20$;

для мелкосерийного $k_c > 20$.

По заводской технологии $T_{шт} = 3,6$ ч/см.

Величина такта выпуска рассчитывается по формуле:

$$t_b = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (14)$$

где $F_d = 2000$ ч/см – действительный годовой фонд времени и работы оборудования;

N – годовая программа выпуска деталей, шт.

Программа в штуках вычисляется по формуле:

$$N = N_1 \cdot m \cdot \left(1 + \frac{\beta}{100}\right), \quad (15)$$

где $N_1 = 960$ шт. – годовая программа выпуска изделий;

$m = 1$ – количество деталей данного наименования на изделие;

$\beta = 4\%$ – количество деталей, которое необходимо изготовить дополнительно в качестве запасных частей, заданное в процентах от годовой программы.

$$N = 960 \cdot 1 \cdot \left(1 + \frac{4}{100}\right) = 1000 \text{ шт.},$$

$$t_b = \frac{60 \cdot 2000}{1000} = 120 \text{ мин/шт.},$$

$$k_c = \frac{120}{3,2} = 37,45.$$

По коэффициенту серийности тип производства мелкосерийное.

В производстве количество деталей в партии для одновременного запуска, согласно рекомендациям, допускается определять упрощенным способом:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (16)$$

где $F=248$ —число рабочих дней в году;

$a = 3, 6, 12, 24$ - периодичность запуска в днях.

$$n = \frac{1000 \cdot 3}{248} = 12,1 \text{ шт.}$$

Принимаем $n=12$ шт.

2.3. Технологическая часть

2.3.1 Анализ технологичности объекта производства

Технологичность конструкции изделия определена ГОСТ 14.205–83 как совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ.

Технологичность конструкции обуславливается рациональным выбором исходных заготовок, технологичностью формы детали, рациональной постановкой размеров, назначением оптимальной точности размеров, форм и взаимного расположения поверхностей, параметров шероховатости и технических требований.

Технологичность конструкции оценивается качественно и количественно.

2.3.1.1 Качественная оценка технологичности изделия [4]

В качестве заготовки принят прокат горячекатанный, круглый, диаметром 120 мм. Этот вид заготовки является оптимальным для данной конструкции деталей и серийности производства – мелкосерийного.

В основной надписи указаны все необходимые сведения (название детали, масса детали, масштаб, марка материала). На чертеже количество видов, сечений и разрезов не достаточно для чтения чертежа и понимания конструкции детали. Отсутствует сечение для определения глубины сверления отверстия диаметром 8H11.

Из чертежа видно, небольшое количество точных поверхностей наружных диаметром 75h7, 85h7 и внутреннего диаметром 35H8, самая точная шероховатость Ra1,6. Обрабатываемые поверхности детали являются достаточно открытыми для свободного доступа инструмента для обработки поверхностей.

Шероховатость на чертеже часть указана по Ra.

Имеется отверстие диаметром 8H11. Отверстие выполнено сквозным. Ось отверстия перпендикулярна поверхности обработки.

Имеются две наружные канавки шириной 5 мм и глубиной 1 мм выполненные перпендикулярно поверхности обработки.

Имеется прорезь шириной 15,5 мм и в размер 78 мм.

Имеются две лыски в размер 110 мм.

Все эти поверхности являются технологичными.

Имеются отверстия диаметром 35, 60, 65. Ось отверстий параллельна поверхности обработки. Оси вращения этих отверстий не совпадают с осью отверстий основной детали и также между собой.

Проведя анализ технологичности конструкции детали можно сделать вывод, что деталь является технологичной, так как имеет небольшое количество поверхностей с высокой точностью и шероховатостью. Имеет развитые поверхности для базирования и закрепления при обработке.

Конструкция детали позволяет применять для механической обработки на станках с ЧПУ.

2.3.1.2 Количественная оценка технологичности изделия [4]

Количественную оценку технологичности изделия производим по следующим показателям:

По коэффициенту унификации конструктивных элементов детали:

$$K_{уэ} = \frac{Q_{уэ}}{Q_э}, \quad (17)$$

где $Q_э$ – количество элементов детали, $Q_э = 14$;

$Q_{уэ}$ – количество унифицированных элементов детали, $Q_{уэ} = 8$;

$$K_{уэ} = \frac{8}{15} = 0,53.$$

По этому показателю деталь не технологична, так как $K_{уэ} < 0,6$.

По коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}}, \quad (18)$$

где $m_{дет}$ – масса готовой детали;

$m_{заг}$ – масса заготовки;

$$K_{им} = 2,44 / 10,47 = 0,23.$$

$K_{им} < 0,7$, что свидетельствует об не удовлетворительном использовании материала. По этому показателю деталь не технологична.

Таким образом, делаем вывод что, деталь является не технологичной.

Для улучшения технологичности необходимо провести следующие мероприятия:

1. Изменить способ получения заготовки с целью уменьшения припусков на механическую обработку;
2. Применение специализированных инструментов и приспособлений;
3. Рассмотреть возможность снижения точности поверхности и шероховатости.

2.3.2. Выбор заготовки и метода ее получения [4]

Метод выполнения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ ее получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления.

Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует тесная взаимосвязь. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Различают три основных способа получения заготовки: прокат, штамповка, отливка.

По своей конфигурации деталь «Втулка», является деталью сложной, а материал Сталь 40Х. В связи с этими рассмотрим следующие варианты получения заготовки для стакана.

- 1 Прокат горячекатанный.
- 2 Поковка штампованная на КГШП.

Прокат горячекатанный

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot L,$$

$$V = 3,14 \cdot 11,8 \cdot 6^2 = 1333,87 \text{ см}^3$$

Масса заготовки:

$$m_3 = V \cdot \rho,$$

$$m_3 = 1333,87 \cdot 7,84 / 1000 = 10,46 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = 2,44 / 10,47 = 0,23.$$

Стоимость заготовки определяем по следующей формуле:

$$S_T^I = m_{заг} \cdot C_{заг} - (m_{заг} - m_{дем}) \cdot C_{отх}, \quad (19)$$

где $C_{\text{заг}}$ – цена 1 кг материала заготовки, руб.;

$C_{\text{отх}}$ – цена 1 кг отходов, руб.;

$$S_T^I = 10,46 \cdot 46 - (10,46 - 2,44) \cdot 0,95 = 473,54 \text{ руб.}$$

2.1 Поковка штампованная по ГОСТ 7505-89

Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Нагрев – индукционный.

Масса детали – 2,44 кг.

Масса поковки определяем по следующей формуле:

$$m_3 = K_p \cdot m_{\text{дет}}, \quad (20)$$

Принимаем по приложению 3 $K_p = 1,8$.

$$m_3 = 1,8 \cdot 2,44 = 4,4 \text{ кг.}$$

Принимаем по приложению 1 класс точности ТЗ.

Принимаем по таблице 1 группа стали М2

Оборудование: КГШП.

Сложность – С2.

Поверхность разъема штампа – плоская.

Индекс 10.

Находим дополнительные припуски.

Припуск на смещение поверхности штампов – $T = 0,3$ мм.

Припуск на изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности: по длине – $T = 0,3$ мм, по торцу – $T = 0,3$ мм.

Рассчитываем размеры поковки, округляя их до 0,5 мм, и назначаем допуски:

$$\rangle 95 + (1,5 + 0,3) \cdot 2 = 98,6 \text{ мм} \quad \text{принимается } \rangle 99_{-0,5}^{+1,1}$$

$$\rangle 85 + (1,5 + 0,3) \cdot 2 = 204,8 \text{ мм} \quad \text{принимается } \rangle 89_{-0,5}^{+1,1}$$

$$\rangle 75 + (1,5 + 0,3) \cdot 2 = 215,2 \text{ мм} \quad \text{принимается } \rangle 79_{-0,5}^{+1,1}$$

$$\rangle 65 - (1,5 + 0,3) \cdot 2 = 61,4 \text{ мм} \quad \text{принимается } \rangle 61_{-0,5}^{+1,1}$$

$$\rangle 60 - (1,5 + 0,3) \cdot 2 = 56,4 \text{ мм} \quad \text{принимается } \rangle 56_{-0,5}^{+1,1}$$

$110+(1,5+0,3)\cdot 2=113,6$ мм принимаем $114^{+1,3}_{-0,7}$

$112,5+(1,5+0,3)\cdot 2=116,1$ мм принимаем $116^{+1,3}_{-0,7}$

$58+1,5+0,3=59,8$ мм принимаем $60^{+1,1}_{-0,5}$

$58+1,5+0,3=59,8$ мм принимаем $60^{+1,1}_{-0,5}$

$56+1,5+0,3=57,8$ мм принимаем $58^{+1,1}_{-0,5}$

$39+1,4+0,3=40,7$ мм принимаем $41^{+1,1}_{-0,5}$

$37+1,4+0,3=38,7$ мм принимаем $39^{+0,9}_{-0,5}$

Минимальная величина радиусов закругления: $r = 3,6$ мм;

принимаем $r = 4$ мм.

Штамповочные уклоны:

На наружных поверхностях не более 5° принимаем 3° ;

На внутренних поверхностях не более 7° принимаем 5° .

Допуск на радиус закругления: $R0,5^{+1}$

Допуски на штамповочные уклоны $\pm 0,2$ от номинальной величины.

Допускаемая величина смещения по разъёму штампа – 0,5 мм.

Допускаемая величина заусенца: 5 мм.

Допускаемое отклонение изогнутости – 0,5 мм.

Допуск радиального биения – 2,0 мм.

На поковке допускается след в виде впадины или выступа, образовавшийся от выталкивателя. Глубина впадины – не более 0,5 величины фактического напуска.

Таблица 5

Размер детали, мм	Шероховатость, мкм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
1	2	3	4
≥ 95	6,3	4	99
$\geq 85h7$	1,6	4	89
$\geq 75h7$	1,6	4	79
≥ 65	6,3	4	61
≥ 60	6,3	4	56

110	6,3	4	114
Продолжение таблицы 5			
1	2	3	4
112,5	6,3	3,5	116
78	6,3	2	80
58	6,3	2	60
56	6,3	2	58
39	6,3	2	41
37	6,3	2	39

Объём штамповки:

$$V=3,14/4 \cdot (7,9^2 \cdot 5,8 + 8,9^2 \cdot 4,3 + 9,9^2 \cdot 0,4 + 12^2 \cdot 1,55/2 - 6,1^2 \cdot 5,4 - 5,6^2 \cdot 3,5 - 1,55 \cdot 4,2 \cdot 11) = 354,4 \text{ см}^3$$

Масса штамповки:

$$m_3 = 354,4 \cdot 7,84 / 1000 = 2,8 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м} = m_{дет} / m_{заг} = 2,44 / 2,8 = 0,87.$$

$$S_T^{II} = (m_{заг} \cdot C_{заг} \cdot k_t \cdot k_c \cdot k_e \cdot k_m \cdot k_n) - (m_{заг} - m_{дет}) \cdot C_{отх}, \quad (21)$$

где k_t, k_c, k_e, k_m, k_n - коэффициенты, зависящие от класса точности, группы сложности, массы, марки материала и объема производства.

Принимаем $k_t=0,9; k_c=0,87; k_e=1; k_m=1,18; k_n=1$.

$$S_T^{II} = (2,8 \cdot 195 \cdot 0,9 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1,18 \cdot 1) - (2,8 - 2,44) \cdot 0,95 = 504,13 \text{ руб.}$$

Примерную экономическую прибыль определяем по формуле:

$$S = (S_T^{II} - S_T^I) \cdot N, \quad (22)$$

где $N=1000$ — годовая программа выпуска, шт.

$$S = (504,13 - 473,54) \cdot 1000 = 30589 \text{ руб.}$$

Сравнивая два метода получения заготовок делаем вывод. Прокат горячекатаный более прост в изготовлении по сравнению со штамповкой на КГШП, но конфигурация заготовки, получаемая вторым способом позволяет уменьшить затраты на механическую обработку.

Окончательно принимаем метод получения заготовки прокат горячекатаный.

2.3.3 Составление технологического маршрута обработки

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки.

В основе выбора технологических баз лежат следующие принципы:

- При обработке заготовок, полученных литьем, необработанные поверхности можно использовать в качестве баз только на первой операции. Это обеспечивает наименьшее смещение обработанных поверхностей относительно необработанных.
- При обработке у заготовок всех поверхностей в качестве технологических баз для первой операции целесообразно использовать поверхность с наименьшими припусками, тем самым снижется вероятность появления «чернот» при дальнейшей обработке.
- При прочих равных условиях наибольшая точность обработки достигается при использовании на всех операциях одних и тех же баз поверхностей, т.е. при соблюдении единства баз.
- Желательно совмещать технологические базы с конструкторскими.

Проектируемый маршрут обработки детали приведен в таблице 16.

Таблица 6 – Маршрут обработки детали

Номер операции	Содержание операции	Оборудование
1	2	3
005	Отрезная операция А установить заготовку 1. Отрезать заготовку в размер 117,5 мм Снять заготовку	Дисково-отрезной станок КТС-150SP

010	<p>Токарная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <p>2. Подрезать торец в размер 115 мм</p> <p>3. Точить поверхность Ø95 в размер 39 мм, Ø86Н9 в размер 37 мм, точить фаску 1,6×45°</p> <p>4. Точить канавку шириной 5 мм в размер Ø84</p> <p>Снять заготовку</p>	Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX
-----	--	--

Продолжение таблицы 6

1	2	3
015	<p>Токарная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <p>1. Подрезать торец в размер 112,5 мм</p> <p>2. Точить поверхность Ø85 в размер 58 мм, Ø76Н9 в размер 56 мм, точить фаску 1,6×45°</p> <p>1. Точить канавку шириной 5 мм в размер Ø74</p> <p>Снять заготовку</p>	Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX
020	<p>Фрезерная операция</p> <p>1. Фрезеровать лыски в размер 110 мм</p> <p>2. Фрезеровать паз шириной 15,5 мм в размер 78 мм</p> <p>Снять заготовку</p>	Вертикальный обрабатывающий центр ФС50МФ3
025	<p>Токарная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <p>1. Сверлить отверстие Ø25Н14 в размер 52мм</p> <p>2. Расточить отверстие Ø60 в размер 52мм</p> <p>Снять заготовку</p>	Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX
030	<p>Токарная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <p>1. Сверлить отверстие Ø20Н14 на проход</p> <p>2. Зенкеровать отверстие Ø34Н12 на проход</p> <p>3. Черновое и чистовое развертывание отверстия Ø35Н8 на проход</p> <p>4. Расфрезеровать отверстие Ø65 глубиной 33мм</p> <p>5. Фрезеровать 2 фаски в размер 1×45°</p> <p>Снять заготовку</p>	Вертикальный обрабатывающий центр ФС50МФ3
035	<p>Круглошлифовальная операция</p> <p>А установить заготовку</p> <p>1. Шлифовать поверхность Ø75h7 в размер</p>	Станок круглошлифовальный ЧПУ 3В130Ф4

	56мм Снять заготовку	
040	Круглошлифовальная операция А установить заготовку 1. Шлифовать поверхность Ø85h7 в размер 37мм Снять заготовку	Станок круглошлифовальный с ЧПУ 3В130Ф4
045	Контрольная операция	

2.3.4. Выбор баз

005 Отрезная операция:

Базирование осуществляется по необработанному торцу

Погрешность базирования для размера 117,5 мм $\varepsilon_6=0$.

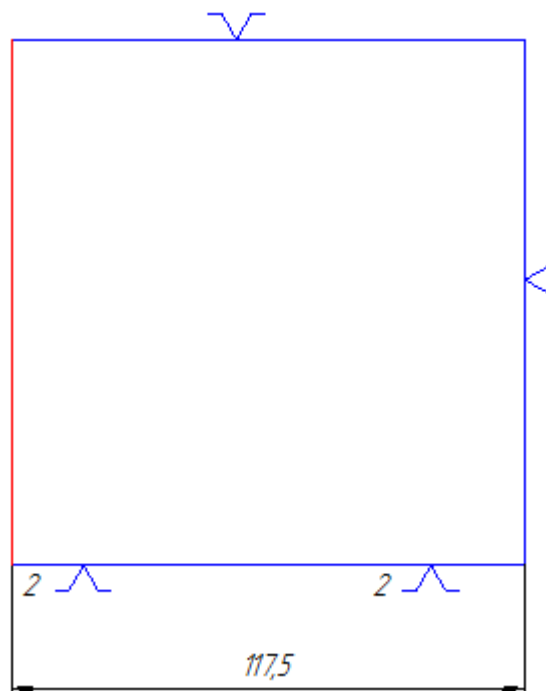


Рисунок 12—Операция 005

010 Токарная операция:

Базирование осуществляется по необработанному торцу в трех кулачковом патроне. Погрешность базирования для размера 37 мм и 39 мм $\varepsilon_6=0,87$, на диаметры $\varepsilon_6=0$.

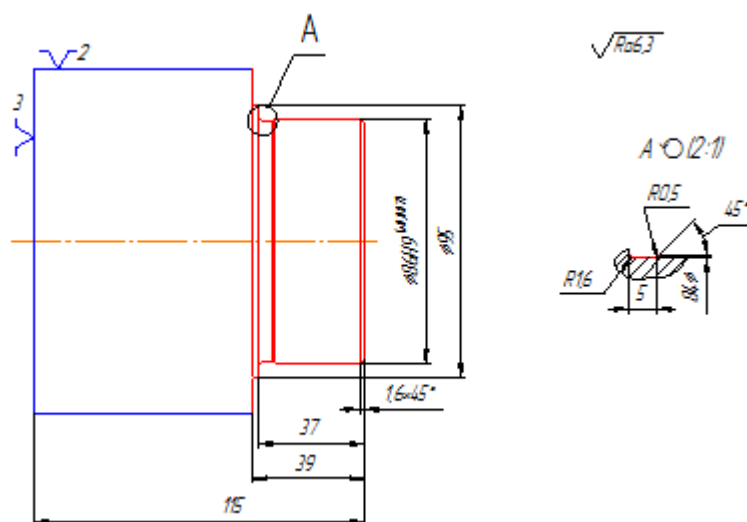


Рисунок 13– Операция 010

015 Токарная операция:

Базирование осуществляется по обработанному торцу в трех кулачковом патроне.

Погрешность базирования для размера 56 мм и 58 мм $\epsilon_6=0,87$, на диаметры $\epsilon_6=0$.

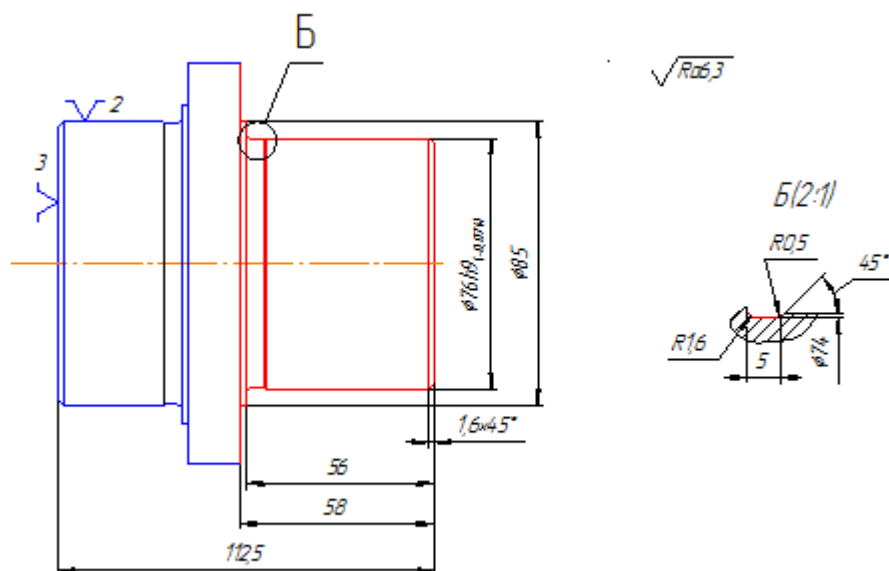


Рисунок 14– Операция 015

020 Фрезерная операция:

Базирование осуществляется по обработанному торцу и двум призмам в специальном приспособлении.

Погрешность базирования для размера 78 мм, $\varepsilon_6=0,037$ мм, для размера 55 ± 1 мм $\varepsilon_6=0$ мм

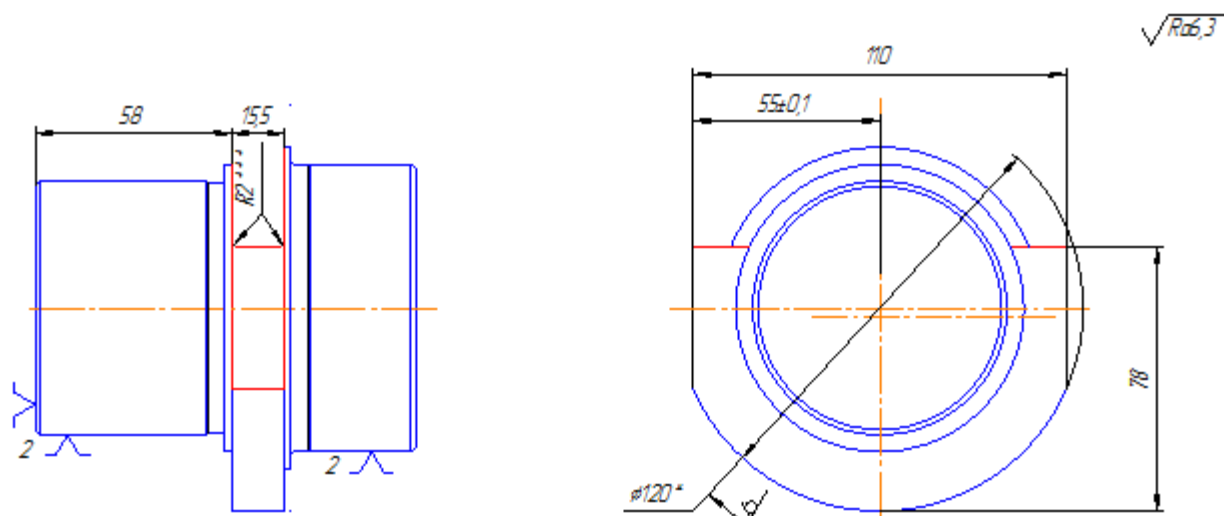


Рисунок 15– Операция 020

025Токарная операция:

Базирование осуществляется по обработанному торцу и диаметру в специальном приспособлении со смещенной осью вращения.

Погрешность базирования для размера 52 мм $\varepsilon_6=0,87$ мм, для размера 4,4 мм $\varepsilon_6=0,12$ мм

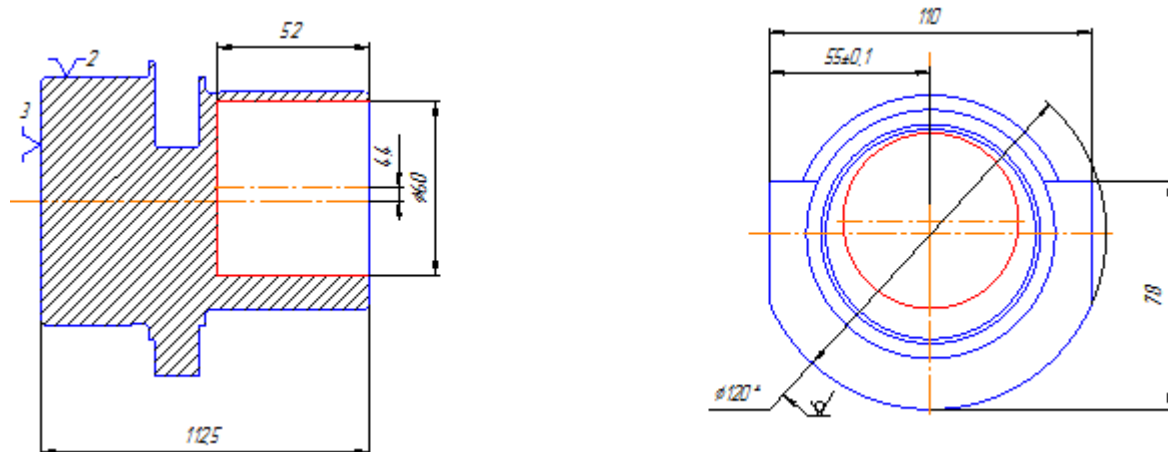


Рисунок 16 – Операция 025

030Фрезерная операция:

Базирование осуществляется по обработанному торцу и призмам в специальном приспособлении.

Погрешность базирования для размера 33 мм $\varepsilon_6=0,87$ мм, размера 7,5 мм $\varepsilon_6=0,015$ мм, размера $2,6\pm 0,02$ мм $\varepsilon_6=0,01$ мм.

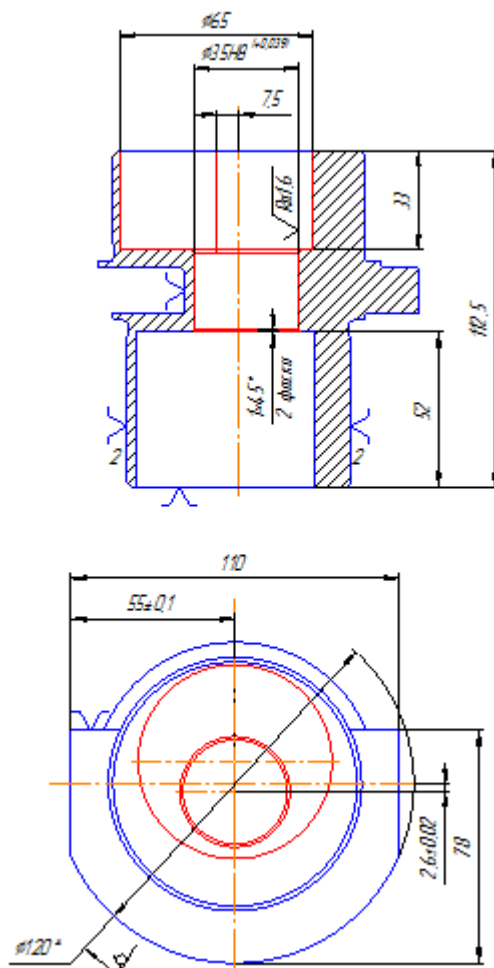


Рисунок 17– Операция 030

035 Наружное шлифовальная операция:

Базирование осуществляется по обработанному торцу и в трех кулачковом патроне

Погрешность базирования для размера $\varnothing 85h7$ $\varepsilon_6=0$ и размера 37 мм $\varepsilon_6=0,87$ мм

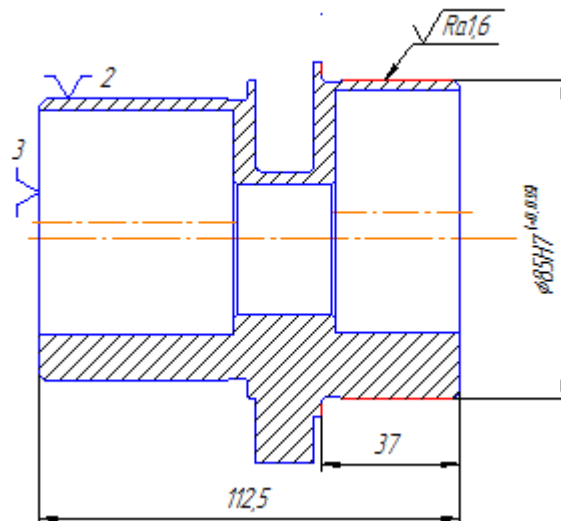


Рисунок 18– Операция 035

040 Наружное шлифовальная операция:

Базирование осуществляется по обработанному торцу и в трех кулачковом патроне

Погрешность базирования для размера $\varnothing 75h7$ $\epsilon_6=0$ и размера 56 мм

$\epsilon_6=0,87$ мм

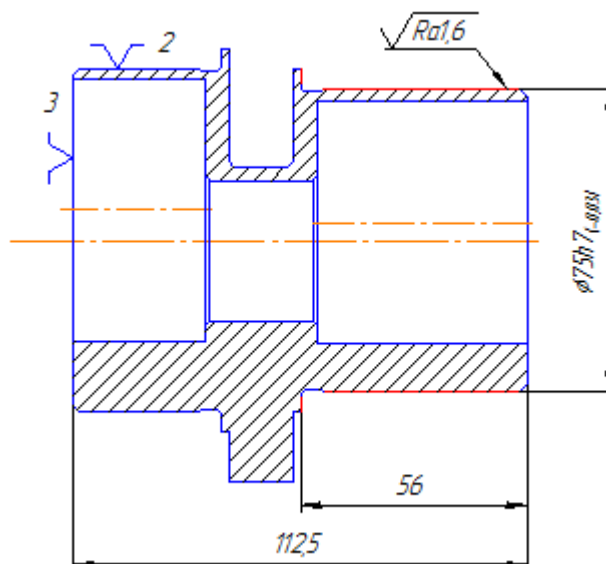


Рисунок 19– Операция 040

2.3.5 Выбор средств технологического оснащения[7, 8,9]

2.3.5.1 Оборудование

В таблице 7 приведены применяемое в технологических процессах оборудование и его технические характеристики

Таблица 7 – Параметры оборудования

Технические характеристики	Параметры
1	2
Дисково-отрезной станок КТС-150SP	
Потребляемая мощность, кВт	15
Вес, кг	5210
Габариты (Ш х В х Д), м	2,99 х 1,91 х 7,28
Диск с твердосплавными зубьями, мм	Ø 460 х 2,7
Диск из быстрорежущей стали, мм	Ø 460 х 3–5
Скорость вращения диска, об/мин	20–160 с помощью частотного инвертора
Объем бака СОЖ, л	100
Давление в пневматической системе, кг/кв.см	4–6
Общая электрическая мощность, кВт	30
Круг, мм	40–153
Квадрат, мм	40–110
Шестиугольник, мм	40–130
Двигатель насоса, кВт	3,75 / (3 л. с.)
Рабочее давление привода, кг/см ²	100 / (10 Мпа)
Бак СОЖ , л	100
Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX	
Максимальный диаметр обработки над станиной, мм	580
Максимальный диаметр над суппортом, мм	470
Максимальный диаметр обработки, мм	LO410/ MO340
Максимальная длина обработки, мм	500/1000
Перемещение	
Перемещение Ось Y, мм	120
Перемещение Ось Z, мм	565
Перемещение Ось W, мм	595/895
Шпиндель	
Скорость шпинделя, мин ⁻¹	45 – 5000
Торец шпинделя	JIS A2-6 (JIS A2-8)
Диаметр отверстия шпинделя, мм	80
Диаметр переднего подшипника, мм	120

Продолжение таблицы 7	
1	2
Револьверная головка	
Тип	V12
Сечение резца, мм	25/O40
Время индексации, сек	0,15
Присоединительный размер борштанги, мм	20
Скорость вращения приводного инструмента, мин ⁻¹	45- 6000
Задняя бабка	
Отверстие вращающего центра	MT5
Отверстие встроенного центра	MT4
Диаметр пиноли, мм	90
Ход задней бабки, мм	515/1015
Вспомогательный шпиндель	
Торец шпинделя	Ø140/плоский
Диаметр подшипника, мм	62/100
Частота вращения шпинделя, мин ⁻¹	50 - 6000
Быстрое перемещение X/Y/Z, м/мин	25, 30, 12,5
Двигатели	
Главный шпиндель, кВт	22/15 [30/22]
Инструментальный шпиндель, кВт	7,1/4,1 (25мин/пост)
Вспомогательный шпиндель, кВт	11/7,5
Мощность осевых приводов, кВт X/Y/Z:	2,8, 2,8, 3,5
Мощность мотора привода помпы (сбоку/сзади), кВт	0,25/0,8
Габариты	1839/1950
Высота, мм	500: 2200*1734
Занимаемая площадь, мм	1000: 3310*1895
Вес, кг	4400/5900
ФС50МФЗ вертикальный обрабатывающий центр	
Размер стола (Д x Ш), мм	700x350
Промежуток (мм) x Ширина (мм)x Количество Т-образных пазов (шт)	105x14x3
Наибольшая нагрузка на стол, кг	300
Расстояние от оси шпинделя до направляющих колонны, мм	350
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	130~580
Класс точности станка	H
Оси	
X/Y/Z Перемещение, мм	500/300/450
X/Y/Z тип направляющих	качения/качения/качения

Продолжение таблицы 7	
1	2
X/Y/Z/A Скорость быстрых перемещений, м/мин	30/30/30
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~15 000
X/Y/Z/A Номинальный момент на электродвигателях подачи, Нм	8/8/15
Точность позиционирования, мкм	±4
Повторяемость позиционирования, мкм	±2
ШВП диаметр/шаг, мм	32/16
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	5.5/3.7
Вращающий момент на шпинделе (до 30 мин), Нм	350
Вращающий момент на шпинделе (продолжительно), Нм	233
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	40~8000
Хвостовик инструмента	BT 40 x 45 град
Конус шпинделя (7:24)	ISO40
Тип магазина	манипулятор
Емкость магазина инструмента, шт	16
Максимальный диаметр/длина сменного инструмента, мм	ø130(80)/L350
Макс. масса инструмента, кг	6
Время смены инструмента, сек	2.5
Емкость бака СОЖ, л	150
Максимальная потребляемая мощность станка,кВА	28,5
Габаритные размеры (Д x Ш x В), мм	2000x1800x2300 *
Масса нетто, кг	2700
Масса брутто, кг	2800
Полуавтомат круглошлифовальный высокой точности модели 3В130Ф4	
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 (Н, П, В, А, С)	В
Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	300
Наибольшая длина обрабатываемой детали, мм	1000
Длина шлифования, мм	900
ЧПУ	Sinumerik 810D
Пределы частот вращения шпинделя Min/Max, об/мин.	-
Мощность, кВт	15.3
Габариты, мм	4000×3200×1900
Масса, кг	5270

2.3.5.2 Режущий и мерительный инструмент [10, 11]

005 Отрезная

Диск с твердосплавными зубьями 460 х 2,7

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

010 Токарная с ЧПУ

Резцедержатель радиальный DIN69880 В6.309.36.20. Резец 2102-4035
PCLNR2525M16. Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412.

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.409.34.25. Резец 2130-4018
CLCBR2525M4. Пластина T15K6 TSC4 TT720.

Скоба Ø85h9 ГОСТ 18360 – 93

Шаблон 5

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

015Токарная с ЧПУ

Резцедержатель радиальный DIN69880 В6.309.36.20. Резец 2102-4035
PCLNR2525M16. Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412.

Резцедержатель радиальный DIN69880 В3.409.34.25. Резец 2130-4018
CLCBR2525M4. Пластина T15K6 TSC4 TT720.

Скоба Ø76h9 ГОСТ 18360 – 93

Шаблон 5

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

020 Фрезерная с ЧПУ

SandvikcoromantОправка 301 82014C6 ФрезаR331.32-250Q60KM

SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090 Фреза концевая R216.35-

25030-BC45B

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Приспособление фрезерное;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

025 Токарная с ЧПУ

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Сверло R411/5-25034 D25.00

Sandvikcoromantдержавка A25 T- 3225 PCLNR резец CXS-04T098-15-4225R пластина CNMG 12.24.24;

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Приспособление токарное;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

030 Фрезерная с ЧПУ

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Сверло R411/5-25034 D25.00

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Зенкер 34

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Развертка 34,8

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Развертка 35H8

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Фреза концевая R216.35-

25030-BC45B

SandvikcoromantОправка С6-391.21-25 090 Фреза 20

Штангенциркуль ШЦ-I-125_{0,1} ГОСТ 166-89;

Пробка ПР-НЕ 38H8 ГОСТ 7157-79;

Шаблон

Приспособление сверлильно - фрезерное;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85.

035 Круглошлифовальная

Круг ПП 500x50x305 25A 10 L 7 V32/2 W13 ГОСТ 2424-83;

Скоба ПР-НЕ Ø85h7 ГОСТ 18360 – 93;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85

040Круглошлифовальная

Круг ПП 500х50х305 25А 10 L 7 V32/2 W13 ГОСТ 2424-83;

Скоба ПР-НЕ Ø75h7 ГОСТ 18360 – 93;

Тара;

Очки О. ГОСТ 12.4.013-85

2.3.6. Расчет режимов резания [5]

Операция 005Отрезная

Дисково-отрезной станок КТС-150SP

Переход 1: Отрезать заготовку в размер 117,5 мм

Инструмент: Ø 460 х 2,7

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина фрезерования: $t = 2,7$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 120$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 460$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,1$ мм/зуб.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^g}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v, \quad (23)$$

где K_v – поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (24)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{nv} – коэффициент, учитывающий состояние поверхностного слоя;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_b)^{nv}, \quad (25)$$

где K_r – коэффициент материала инструмента;

σ_B – временное сопротивление;

n_V – показатель степени при обработке.

$C_v = 48,5$; $q = 0,25$; $x = 0,3$; $y = 0,4$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,2$;

$T = 240$ мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем $K_r = 0,9$, $n_V = 1,0$, $K_{nV} = 1,0$, $K_{nV} = 1,0$.

$$K_{MV} = 0,9 \cdot (750 / 500)^1 = 1,35.$$

$$K_V = 1,35 \cdot 1 \cdot 1 = 1,35.$$

$$V = \frac{48,5 \cdot 460^{0,25}}{240^{0,2} \cdot 2,7^{0,3} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 120^{0,1} \cdot 20^{0,1}} \cdot 1,35 = 86,7 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 86,7 / (3,14 \cdot 460) = 60 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 60$ об/мин.

$$V = \pi \cdot n_{\text{фр}} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 60 \cdot 460 / 1000 = 86,7 \text{ м/мин}.$$

4 Сила резания

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}, \quad (26)$$

Принимаем по табл.41 $C_P = 261$; $q = 1,1$; $x = 0,9$; $y = 0,8$; $u = 1,1$;

$w = 0,1$; $Z = 20$ – число зубьев фрезы.

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_V}, \quad (27)$$

где $n_V = 0,75$.

$$K_{MP} = (500 / 750)^{0,75} = 0,74.$$

$$P_Z = \frac{10 \cdot 261 \cdot 2,7^{0,9} \cdot 0,1^{0,8} \cdot 120^{1,1} \cdot 20}{460^{1,1} \cdot 60^{0,1}} \cdot 0,74 = 2267 \text{ Н}.$$

5 Крутящий момент

$$M_{KP} = P_Z \cdot D / 2000, \quad (28)$$

$$M_{KP} = 2267 \cdot 460 / 2000 = 1043 \text{ Н·м}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (29)$$

$$N_e = \frac{2267 \cdot 60}{1020 \cdot 60} = 2,22 \text{ кВт.}$$

Проверка на достаточность привода станка: $N_{рез} \leq N_{шп}$,

$$N_{шп} = N_{ст} \cdot \eta, \quad (30)$$

где $N_{шп}$ - мощность привода станка;

$$N_{ст} = 30 \text{ кВт, } \eta = 0,75.$$

$$N_{шп} = 30 \cdot 0,75 = 22,5 \text{ кВт.}$$

$$2,22 \text{ кВт} < 22,5 \text{ кВт.}$$

7 Подача на оборот фрезы:

$$S = S_z \cdot z, \quad (31)$$

$$S = 0,1 \cdot 20 = 2 \text{ мм/об.}$$

8 Минутная подача:

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n_{ст}, \quad (32)$$

$$S_M = 0,1 \cdot 20 \cdot 60 = 120 \text{ мм/мин.}$$

9 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{рх} / S_M, \quad (33)$$

$$L_{рх} = L_{рез} + L_{вр} + L_{пер}, \quad (34)$$

где $L_{рез}$ – длина резания;

$L_{вр} + L_{пер}$ – длина врезания и перебега;

$$L_{вр} + L_{пер} = 34 \text{ мм.}$$

$$L_{рх} = 120 + 34 = 154 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 1 \cdot 154 / 120 = 1,28 \text{ мин.}$$

Операция 010 Токарная с ЧПУ

Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX

Переход 1: Подрезать торец в размер 115 мм.

Материал режущей части T15K6

1 Глубина резания: $t = 2,5 \text{ мм.}$

3 Подача: $S = 0,8 \text{ мм/об.}$

3 Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (35)$$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{lv} \cdot K_{ив}, \quad (36)$$

где K_{lv} – коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$C_v = 340$; $x = 0,15$; $y = 0,45$; $m = 0,2$;

$T = 25$ мин. - период стойкости инструмента;

$$K_{MV} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{n_v},$$

Принимаем $n_v=1$, $K_{lv}=0,8$, $K_{ив}=0,65$, $K_r=1$.

$$K_{MV} = 1 \cdot (750 / 500)^1 = 1,5.$$

$$K_v = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 0,65 = 0,78.$$

$$V = \frac{340 \cdot 120^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,8^{0,7}} \cdot 0,78 = 108 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя:

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 108 / (3,14 \cdot 120) = 287 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}}=287$ об/мин.

5 Крутящий момент и осевая сила

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (37)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{фр} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\Gamma p}, \quad (38)$$

$$K_{MP} = (\sigma_B / 750)^{n_v},$$

где $n_v=0,75$

$$K_{MP} = (500 / 750)^{0,75} = 0,74.$$

$$K_{фр}=0,89, K_{\gamma p}=1,1, K_{\lambda p}=1, K_{\Gamma p}=0,93.$$

$$K_p = 0,74 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,67.$$

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

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 108^{-0,15} \cdot 1,15 = 2898 \text{ Н}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

$$N_e = \frac{2898 \cdot 108}{1020 \cdot 60} = 5,12 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}}$$

$$N_{\text{шп}} = 22 \cdot 0,8 = 17,6 \text{ кВт} > N_e = 5,12 \text{ кВт.}$$

7 Минутная подача:

$$S_M = S \cdot n_{\text{ст}},$$

$$S_M = 0,8 \cdot 287 = 229,6 \text{ мм/мин.}$$

8 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_M,$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}},$$

$$L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм.}$$

$$L_{\text{рх}} = 60 + 5 = 65 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 65 / 229,6 = 0,28 \text{ мин.}$$

Переход 2: Точить поверхность Ø95 в размер 39 мм, Ø86Н9 в размер 37 мм, точить фаску 1,6×45°

1. Материал режущей части Т15К6

2. Глубина резания: $t = 3 \text{ мм.}$

Расчет аналогичен операции 010 переход 1

$$S = 1,0 \text{ мм/об, } n_{\text{ст}} = 279 \text{ об/мин, } V_{\text{факт}} = 105 \text{ м/мин, } P_z = 4129 \text{ Н, } N_e = 7,1 \text{ кВт,}$$

$$S_M = 279 \text{ мм/мин, } t_0 = 0,79 \text{ мин.}$$

Переход 3: Точить канавку шириной 5 мм в размер Ø84

1. Материал режущей части Т5К10

2. Глубина резания: $t = 5 \text{ мм.}$

Расчет аналогичен операции 010 переход 1.

$$S = 0,2 \text{ мм/об, } n_{\text{ст}} = 516 \text{ об/мин, } V_{\text{факт}} = 204 \text{ м/мин, } P_z = 835 \text{ Н, } N_e = 2,78 \text{ кВт,}$$

$$S_M = 103,2 \text{ мм/мин, } t_0 = 0,07 \text{ мин.}$$

Операция 015 Токарная с ЧПУ

Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX

Переход 1: Подрезать торец в размер 112,5

Материал режущей части T15K6

1 Глубина резания: $t=2,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 010 переход 1

$S=0,8$ мм/об, $n_{ст}=287$ об/мин, $V_{факт}=108$ м/мин, $P_z=2898$ Н, $N_e=5,12$ кВт,

$S_m=229,6$ мм/мин, $t_0=0,28$ мин.

Переход 2: Точить поверхность $\varnothing 85$ в размер 58 мм, $\varnothing 76H9$ в размер 56 мм, точить фаску $1,6 \times 45^\circ$

1. Материал режущей части T15K6

2. Глубина резания: $t=3$ мм.

Расчет аналогичен операции 010 переход 1.

$S=1,0$ мм/об, $n_{ст}=394$ об/мин, $V_{факт}=105$ м/мин, $P_z=4129$ Н, $N_e=7,1$ кВт,

$S_m=393,6$ мм/мин, $t_0=0,96$ мин

Переход 3: Точить канавку шириной 5 мм в размер $\varnothing 74$

1. Материал режущей части T5K10

2. Глубина резания: $t=5$ мм.

Расчет аналогичен операции 010 переход 1.

$S=0,2$ мм/об, $n_{ст}=516$ об/мин, $V_{факт}=204$ м/мин, 835 Н, кВт, $S_m=103,2$ мм/мин, $t_0=0,07$ мин.

Операция 020 Фрезерная

Вертикальный обрабатывающий центр ФС50МФ3

Переход 1: Фрезеровать паз шириной 15,5 мм в размер 78 мм

Инструмент: Фреза R331.32-250Q60KM

Материал режущей части T5K10

Глубина фрезерования: $t=5$ мм;

Ширина фрезерования: $B=15,5$ мм;

Диаметр фрезы: $D=315$ мм.

Подача на один зуб фрезы: $S_z=0,1$ мм/зуб.

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.

$S=1,6$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=78,5$ м/мин, $P_Z= 616$ Н, $N_e=0,79$ кВт,
 $S_m= 160$ мм/мин, $t_0=9,63$ мин.

Переход 2:Фрезеровать лыски в размер 110 мм

Инструмент: Фреза концевая R216.35-25030-BC45B

Материал режущей части T5K10

1 Глубина фрезерования: $t = 5$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 42$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 25$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z= 0,06$ мм/зуб., $z = 5$

Расчет аналогичен операции 005 переход 1.

$S=0,3$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=49,5$ м/мин, $P_Z= 2033$ Н, $N_e=1,64$ кВт,
 $S_m= 189$ мм/мин, $t_0=0,52$ мин.

Операция 025Токарная с ЧПУ

Переход 1:Сверлить отверстие Ø25H14 в размер 52мм

Инструмент: Сверло R411/5-25034 D25.00

Материал режущей части T5K10

1 Глубина сверления: $t = 12,5$ мм;

2 Подача: $S= 0,18$ мм/об.

3. Скорость резания:

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

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv},$$

$$K_{mv} = K_r \cdot (750 / \sigma_B)^{nv},$$

$C_v = 7$; $q = 0,4$; $y = 0,7$; $m = 0,2$;

$T = 25$ мин. - период стойкости инструмента;

Принимаем $K_r=0,9$, $n_v=1,0$, $K_{nv}=1$, $K_{iv}=0,65$.

$$K_{mv} = 1 \cdot (750 / 500)^{0,9} = 1,44.$$

$$K_v = 1,44 \cdot 1 \cdot 0,65 = 0,94.$$

$$V = \frac{7 \cdot 25^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,18^{0,4}} \cdot 0,94 = 36,6 \text{ м/мин};$$

$$n_{\text{фр}} = 1000 \cdot V / (\pi \cdot D) = 1000 \cdot 36,6 / (3,14 \cdot 25) = 469 \text{ об/мин};$$

Принимаем $n_{\text{ст}} = 469 \text{ об/мин}$.

$$V = \pi \cdot n_{\text{фр}} \cdot D / 1000 = 3,14 \cdot 469 \cdot 25 / 1000 = 36,6 \text{ м/мин}.$$

4 Крутящий момент и осевая сила

$$\begin{aligned} M_{\text{кр}} &= 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \\ P_o &= 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \end{aligned} \quad (39)$$

где K_p – коэффициент, учитывающий фактические условия обработки.

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 25^2 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,75 = 41 \text{ Н·м};$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 25^1 \cdot 0,18^{0,7} \cdot 0,75 = 3776 \text{ Н}.$$

6 Мощность резания

$$N_e = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750},$$

$$N_e = \frac{41 \cdot 469}{9750} = 1,97 \text{ кВт}.$$

$$N_{\text{рез}} \leq N_{\text{шп}},$$

$$N_{\text{шп}} = 22 \cdot 0,8 = 17,6 \text{ кВт} > N_e = 1,97 \text{ кВт}.$$

6 Минутная подача:

$$S_m = S \cdot n_{\text{ст}} = 0,18 \cdot 469 = 84,5 \text{ мм/мин}.$$

7 Основное время:

$$t_0 = i \cdot L_{\text{рх}} / S_m, \quad L_{\text{рх}} =$$

$$L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}}, \quad L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}.$$

$$L_{\text{рх}} = 52 + 5 = 37 \text{ мм}.$$

$$t_0 = 1 \cdot 57 / 84,5 = 0,67 \text{ мин}.$$

Переход 2: Расточить отверстие Ø60 в размер 52мм

1. Материал режущей части Т15К6

2. Глубина резания: $t = 3 \text{ мм}$.

Расчет аналогичен операции 010 переход 1.

$S=1,0$ мм/об, $n_{ст}=630$ об/мин, $V_{факт}=105$ м/мин, $P_Z= 4054$ Н, $N_e= 7,86$ кВт,
 $S_M= 630$ мм/мин, $t_0=0,7$ мин

Операция 030 Сверлильно - фрезерная

Переход 1: Сверлить отверстие Ø25H14 на проход

Инструмент: Сверло R411/5-25034 D25.00

Материал режущей части Т5К10

1 Глубина сверления: $t=12,5$ мм.

2 Подача: $S= 0,18$ мм/об.

Расчет аналогичен операции 025 переход 1.

$S=0,18$ мм/об, $n_{ст}=469$ об/мин, $V_{факт}=36,6$ м/мин, $P_Z= 3776$ Н, $N_e= 1,97$ кВт,
 $S_M= 84,5$ мм/мин, $t_0=0,67$ мин

Переход 2: Зенкеровать отверстие Ø34H12 на проход

1. Материал режущей части Р5М6

2. Глубина резания: $t=4,5$ мм.

Расчет аналогичен операции 025 переход 1.

$S=0,9$ мм/об, $n_{ст}=386$ об/мин, $V_{факт}=41,2$ м/мин, $P_Z=1585$ Н, $N_e= 0,32$ кВт,
 $S_M= 347,4$ мм/мин, $t_0=0,19$ мин.

Переход 3.1: Черновое развертывание отверстия Ø34,8 на проход

1. Материал режущей части Т15К6

2. Глубина резания: $t=0,4$ мм.

Расчет аналогичен операции 025 переход 1.

$S=1,2$ мм/об, $n_{ст}=400$ об/мин, $V_{факт}=43,7$ м/мин, $P_Z= 198$ Н, $N_e= 0,21$ кВт,
 $S_M= 480$ мм/мин, $t_0=0,15$ мин.

Переход 3.2: Чистовое развертывание отверстия Ø35H8 на проход

1. Материал режущей части Т15К6

2. Глубина резания: $t=0,1$ мм.

Расчет аналогичен операции 025 переход 1.

$S=0,9$ мм/об, $n_{ст}=500$ об/мин, $V_{факт}=44$ м/мин, $P_Z= 30$ Н, $N_e= 0,04$ кВт,
 $S_M= 360$ мм/мин, $t_0=0,16$ мин.

Переход 4:Расфрезеровать отверстие Ø63 глубиной 33мм

Инструмент: Фреза концевая R216.35-25030-BC45B

Материал режущей части T5K10

1 Глубина фрезерования: $t = 15$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 11$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 25$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,06$ мм/зуб., $z = 5$

Расчет аналогичен операции 020 переход 1.

$S = 0,3$ мм/об, $n_{ст} = 630$ об/мин, $V_{факт} = 49,5$ м/мин, $P_z = 2094$ Н, $N_e = 1,7$ кВт,

$S_m = 189$ мм/мин, $t_0 = 10,8$ мин

Переход 5:Фрезеровать 2 фаски в размер $1 \times 45^\circ$

Инструмент: Фреза 20

Материал режущей части P6M5

1 Глубина фрезерования: $t = 1$ мм;

Ширина фрезерования: $B = 1,5$ мм;

Диаметр фрезы: $D = 20$ мм.

2 Подача на один зуб фрезы: $S_z = 0,08$ мм/зуб., $z = 8$

Расчет аналогичен операции 020 переход 1.

$S = 0,64$ мм/об, $n_{ст} = 400$ об/мин, $V_{факт} = 25,1$ м/мин, $P_z = 40$ Н, $N_e = 0,02$ кВт,

$S_m = 256$ мм/мин, $t_0 = 1,98$ мин

Операция 035 Шлифовальная

Шлифовать поверхность Ø75h7 в размер 56мм

1. Круг ПП 500х50х305 25А 10 L 7 V32/2 W13.

2. Предварительное и окончательное шлифование имеет следующие параметры:

Скорость круга $v_k = 30$ м/с;

Скорость заготовки $v_z = 30$ м/с;

Глубина шлифования

- предварительное $t = 0,015$ мм;

- окончательное $t = 0,01$ мм;

Продольная подача

- предварительное $S=25$ м/мин;

- окончательное $S=15$ м/мин;

Определяем мощность

При шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot b^y, \quad (40)$$

$$s = s_p \cdot \frac{\pi \cdot d}{1000 \cdot v_3}, \quad (41)$$

$$s = 25 \cdot \frac{3,14 \cdot 75}{1000 \cdot 30} = 0,2 \text{ мм/об.}$$

$$s = 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 75}{1000 \cdot 30} = 0,12 \text{ мм/об.}$$

Принимаем $C_N=2,2$; $r=0,5$; $x=0,4$; $y=0,55$.

$$N = 2,2 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,015^{0,5} \cdot 13^{0,55} = 6,05 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta = 15,3 \cdot 0,7 = 10,7 \text{ кВт.},$$

Условие выполнено.

$$t_0 = L_{\text{рх}} / S_M$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 200 = 40 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,12 \cdot 200 = 24 \text{ мм/мин.}$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 56 + 5 = 61 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 61 / 40 + 1 \cdot 61 / 24 = 5,6 \text{ мин.}$$

Операция 040 Шлифовальная

Шлифовать поверхность $\varnothing 85h7$ в размер 37мм

1. Круг ПП 500х50х305 25А 10 L 7 V32/2 W13.

2. Предварительное и окончательное шлифование имеет следующие

параметры:

Скорость круга $v_k=30$ м/с;

Скорость заготовки $v_z=30$ м/с;

Глубина шлифования

- предварительное $t=0,015$ мм;
- окончательное $t=0,01$ мм;

Продольная подача

- предварительное $S=25$ м/мин;
- окончательное $S=15$ м/мин;

Определяем мощность

При шлифовании периферией круга с продольной подачей

$$s = 25 \cdot \frac{3,14 \cdot 85}{1000 \cdot 30} = 0,22 \text{ мм/об.}$$

$$s = 15 \cdot \frac{3,14 \cdot 85}{1000 \cdot 30} = 0,13 \text{ мм/об.}$$

Принимаем $C_N=2,2$; $r=0,5$; $x=0,4$; $y=0,55$.

$$N = 2,2 \cdot 30^{0,5} \cdot 0,015^{0,5} \cdot 13^{0,55} = 6,05 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{ст}} \cdot \eta = 15,3 \cdot 0,7 = 10,7 \text{ кВт.},$$

Условие выполнено.

$$t_0 = L_{\text{рх}} / S_M$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,22 \cdot 200 = 44 \text{ мм/мин.}$$

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,13 \cdot 200 = 26 \text{ мм/мин.}$$

$$L_{\text{рх}} = L_{\text{рез}} + L_{\text{вр}} + L_{\text{пер}} = 37 + 5 = 42 \text{ мм.}$$

$$t_0 = 2 \cdot 42 / 44 + 1 \cdot 42 / 26 = 3,52 \text{ мин.}$$

Результаты расчета заносим в таблицу 8.

Таблица 8– Режимы резания

№ Опер./ перех.		t, мм	S/(S _z), мм/об./мм/зуб	V, м/мин.	n, об/мин.	T _о , мин
1		2	3	4	5	6
005	1	2,7	2	86,7	60	1,28
	2	3	1	105	279	0,79
	3	5	0,2	204	516	0,07

Продолжение таблицы 8						
	1	2	3	4	5	6
015	1	2,5	0,8	108	287	0,28
	2	3	1	105	394	0,96
	3	5	0,2	204	516	0,07
020	1	5	1,6/0,1	78,5	630	9,63
	2	5	0,3/0,06	49,5	630	0,52
025	1	12,5	0,18	36,6	469	0,67
	2	3	1	105	630	0,7
030	1	12,5	0,18	36,6	469	0,67
	2	4,5	0,9	41,2	386	0,19
	3.1	0,4	1,2	43,7	400	0,15
	3.2	0,1	0,9	44		0,16
	4	15	0,3/0,06	49,5	630	10,8
	5	1	0,64/0,08	25,1	400	1,98
	6	0,2	0,907	7,3	200	0,08
035	1	0,015	0,2	30	200	3,05
	2	0,01	0,12		200	2,55
040	1	0,015	0,22	30	200	1,91
	2	0,01	0,13		200	1,61

2.3.7. Нормирование технологического процесса механической обработки [12]

Норма времени:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n}, \quad (42)$$

где $T_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{\text{шт}}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}} \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100} \right), \quad (43)$$

где $T_{\text{ца}} = T_{\text{о}} + T_{\text{мв}}$, – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$T_{\text{о}}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

T_{MB} – машинно-вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменение величины и направления подачи, время технологических пауз.), мин;

T_B – вспомогательное время, мин;

K_{IB} – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

A_{OBS} – время на обслуживание рабочего места, %;

A_{OTD} – время на отдых и личные надобности, %.

$T_B = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}$, мин, где

$T_{уст}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{опер}$ – время, связанное с операцией, мин;

$T_{изм}$ – время на измерение, мин.

$T_{П-3} = T_{П-31} + T_{П-32} + T_{П-3.ОБР}$, мин, где

$T_{П-31}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{П-32}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{П-3.ОБР}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Результаты нормирования рассчитаны на основе литературы и приведены в табл.9.

Таблица 9 – Нормы времени на операцию

№	Содержание работы	Источник	Время, мин
1	2	3	4
005	Отрезная		
	1. Основное время		1,28
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	0,6
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	0,4
	машинно-вспомогательное время по программе		1,2
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		2,2
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные	Карта 16 Поз.39	14%

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
	<p>надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	Карта 26,	<p>28,6</p> <p>3,97</p> <p>6,35</p>
010	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время:</p> <p>время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1-6</p> <p>Карта 13, поз. 3</p> <p>Карта 16 Поз.39</p> <p>Карта 26,</p>	<p>1,14</p> <p>1,2</p> <p>0,4</p> <p>0,8</p> <p>1,0</p> <p>2,4</p> <p>10%</p> <p>26</p> <p>3,89</p> <p>6,06</p>
015	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время:</p> <p>время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p>	<p>Карта 14, поз.1-6</p> <p>Карта 13, поз. 3</p> <p>Карта 16 Поз.39</p> <p>Карта 26,</p>	<p>1,31</p> <p>0,8</p> <p>0,6</p> <p>0,7</p> <p>1,0</p> <p>2,1</p> <p>10%</p> <p>26</p>

Продолжение таблицы 9			
1	2	3	4
	Штучное время		3,75
	Штучно-калькуляционное время		5,92
020	Фрезерная с ЧПУ		10,15
	1. Основное время		
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта 86, поз.5.8	1,6
	время на установку и снятие изделия	Карта 9, поз.1	0,6
	машинно-вспомогательное время по программе		0,9
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время		3,1
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 16 Поз.39	14%
	4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 26,	28,5
	Штучное время		15,11
	Штучно-калькуляционное время		17,48
025	Токарная с ЧПУ		1,37
	1. Основное время		
	2. Вспомогательное время:		
	время, связанное с операцией	Карта 14, поз.1-6	0,8
	время на установку и снятие изделия	Карта 13, поз. 3	0,6
	машинно-вспомогательное время по программе		0,7
	Коэффициент на вспомогательное время		1,0
	Суммарное вспомогательное время	Карта 16 Поз.39	2,1
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности		10%
	4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	Карта 26,	26
	Штучное время		3,82
	Штучно-калькуляционное время		5,98

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
030	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией</p> <p>время на установку и снятие изделия</p> <p>машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>4. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 86, поз.5.8</p> <p>Карта 9, поз.1</p> <p>Карта 16 Поз.39</p> <p>Карта 26,</p>	<p>14,73</p> <p>2,4</p> <p>0,6</p> <p>0,9</p> <p>1,0</p> <p>3,9</p> <p>14%</p> <p>28,5</p> <p>21,24</p> <p>23,62</p>
035	<p>Шлифовальная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали</p> <p>время, связанное с переходом</p> <p>на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время перерывов на отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений</p> <p>на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки</p> <p>6. Штучное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 16, поз.7, 40</p> <p>Карта 56, поз.16</p> <p>Карта 86, поз.72</p> <p>Карта 56, поз.18</p> <p>Карта 56, поз.20</p> <p>Карта 56, поз.21</p>	<p>5,6</p> <p>0,5</p> <p>0,4</p> <p>0,8</p> <p>1</p> <p>1,7</p> <p>7%</p> <p>4%</p> <p>24</p> <p>8,1</p> <p>10,1</p>

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4
040	Шлифовальная		
	1. Основное время		3,52
	2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали	Карта 16, поз.7, 40	0,5
	время, связанное с переходом	Карта 56, поз.16	0,4
	на измерение	Карта 86, поз.72	0,8
	Коэффициент на вспомогательное время		1
	Суммарное вспомогательное время		1,7
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 56, поз.18	7%
	4. Время перерывов на отдых и личные потребности	Карта 56, поз.20	4%
	5. Подготовительно-заключительное время: на наладку станка, инструмента и приспособлений	Карта 56, поз.21	24
	на получение инструмента и приспособлений до начала и сдачу их после окончания обработки		
	6. Штучное время		5,79
	7. Штучно-калькуляционное время		7,79

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту: "AmanTaalaibekov" <taalaibekov.aman@inbox.ru>

Группа	ФИО
4AM81	Талайбеков Аман Талайбекович

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

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления неуравновешенной деталей передачи с промежуточными телами качения	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является разработка технологи изготовления неуравновешенной детали «Втулка» РЗ.904.01.112. с ПТК предназначена для балансировки в колеса в редукторе . область применения: Металлургия, машиностроение.
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. 	<ul style="list-style-type: none"> – "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ; – Положение об организации работы по охране труда в ИФПМ СО РАН [Текст]. – Томск: ИФПМ СО РАН, 2018. – 18с; – Требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя устанавливаются в соответствии с ГОСТ 12.2.032-78; – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах, оборудованных ПЭВМ должны обеспечиваться в соответствии с СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03; – средства пожаротушения предусматриваются согласно требованиям противопожарной безопасности по СНИП 2.01.02. -85; – Использование электрических приборов осуществляются в соответствии с ГОСТ Р 52084-2003.
2. Производственная безопасность: <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<p>1. Превышение уровня шума</p> <p>2. Вредные вещества</p> <p>3. Отклонение показателей микроклимата</p> <p>4. Отсутствие или недостаток естественного света. Недостаточная освещенность рабочей зоны</p> <p>5. Опасность поражения электрическим током</p>

3. Экологическая безопасность:	
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>.Возможные чрезвычайные ситуации при выполнении проекта являются: поражение электрическим током, короткое замыкание электрической цепи, и как следствие, пожар. Для предотвращения ЧС необходимым является осуществление меры по технике безопасности на рабочем месте.</i>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.02.2020
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Сечин Александр Иванович	-		20.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4АМ81	Талайбеков Аман Талайбекович		20.02.2020

3. Социальная ответственность

В ходе технологического процесса обрабатывается «Втулка» РЗ.904.01.112. Материалом «Втулки» является сталь 40Х-1-ТО ГОСТ 4543 – 71, масса заготовки – 2,44 кг. По ГОСТ12.3.020-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъёмно - транспортных устройств или средств механизации.

Втулка изготавливается на отрезном, токарном, фрезерном и шлифовальном оборудовании. Данные операции характеризуются большим образованием:

- стружки, поэтому необходимо предусмотреть мероприятия по удалению стружки из рабочей зоны станков;
- тепла особенно на операциях с большим числом оборотов шпинделя станка.

3.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Согласно ТК РФ, №197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- получение достоверной информации от работодателя, соответствующих государственных органов и общественных организаций об условиях и охране труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;

- обучение безопасным методам и приемам труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;
- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

Таблица 10 - Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	Порошковая металлургия и машиностроение	1) СанПиН 2.2.2/2.4.1340–03. Санитарноэпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования к персональным электронным вычислительным машинам и организации работы» 2) ГОСТ Р 52084-2003. Приборы электрические бытовые. Общие технические условия
2.Привышение уровня шума		+		ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности
3.Недостаток или отсутствие естественного света	+	+		СНиП 23 – 05 –95. Нормы проектирования. Естественное и искусственное освещение.
4.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+		СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
5.Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	+		ГОСТ 12.1.045-84 ССБТ. Электростатические поля. Допустимые уровни на рабочих местах и требования к проведению контроля

3.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

По признаку разделения труда рабочие места могут быть индивидуальными и коллективными (бригадными), по специализации - универсальными, специализированными и специальными, по количеству обслуживаемого оборудования - одностаночными и многостаночными, по степени подвижности - стационарными и передвижными. Рабочие места могут находиться в помещении, на открытом воздухе, на высоте, под землей. Работа на них может выполняться сидя, стоя или с чередованием той и другой позы.

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 40 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8 м.

3.3. Профессиональная социальная безопасность.

3.3.1. Анализ вредных и опасных факторов, которые может создать объект исследования.

Опасные и вредные факторы, действующие на организм человека, определяются согласно ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация". К ним относятся:

- физические;
- химические;
- психофизиологические.

В помещении при работе с персональным компьютером могут негативно действовать следующие физические факторы:

- повышенная и пониженная температура воздуха;

- чрезмерная запыленность и загазованность воздуха;
- повышенная и пониженная влажность воздуха;
- недостаточная освещенность рабочего места;
- пониженное содержание отрицательных аэроионов;
- повышенный уровень электромагнитных полей;
- повышенный уровень статического электричества;
- опасность поражения электрическим током;
- повышенная внешняя освещенность экрана.

3.3..2. Анализ вредных и опасных факторов, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований

В процессе обработки «Втулки» на рабочем месте действуют следующие вредные и опасные производственные факторы, влияющие на здоровье и самочувствие человека:

- недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;
- электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;
- движущиеся органы станков могут нанести травму, работающему;
- шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев.

Шум - любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Вибрация - механические колебания упругих тел или колебательные движения механических систем. По характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

3.4. Обоснование мероприятий по защите исследователя от действия опасных и вредных факторов

3.4.1. Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Свет (видимое излучение) представляет собой излучение, непосредственно вызывающее зрительное ощущение. В производственных помещениях используется три вида освещения на естественное (источником является солнце), искусственное (используются лампы накаливания, газоразрядные) и смешанное (естественное + искусственное).

Различают виды искусственного освещения:

- общее (равномерное или локализованное);
- местное (стационарное или переносное);
- комбинированное (общее + местное).

Нормальные условия работы в производственных помещениях могут быть обеспечены лишь при достаточном освещении рабочих зон, проходов, проездов. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23-05-95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах 0,1... 12%,

$$KEO = \frac{E}{E_0} \cdot 100\%, \quad (44)$$

где E - освещённость на рабочем месте, лк;

E_0 - освещённость на улице (при среднем состоянии облачности), лк.

Для местного освещения применяются светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещённость была не ниже значений, установленных санитарными нормами.

В цехе, где происходит технологический процесс изготовления детали, естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы - фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное

освещение - естественное и искусственное. Искусственное общее освещение - лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

Рассчитываем требуемое количество светильников.

Световой поток лампы ГЛ (лм) определяется по формуле:

$$F_{\text{л}} = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta}, \quad (45)$$

где E – заданная минимальная освещенность, лк;

K_3 – коэффициент запаса;

S – освещаемая площадь, м^2 ;

z – коэффициент минимальной освещенности, $z = (1,1-1,5)$;

N – количество светильников, шт;

η – коэффициент использования светового потока.

Из вышеприведенной формулы рассчитаем необходимое количество светильников.

Для механических цехов $E=150$ лк, $K_3=1,6$ согласно СНиП 11-4-79.

Принимаем $S=40 \text{ м}^2$, $z=1,3$, $\eta = 50\%$.

По ГОСТ 2239-70 световой поток для ламп накаливания В- 15, при напряжении 220 В равно 105 лк.

$$N = \frac{150 \cdot 1,6 \cdot 40 \cdot 1,3}{105 \cdot 50} = 2,38 \text{ шт.}$$

Принимаем количество светильников "Универсаль" с лампой накаливания В- 15 3 шт.

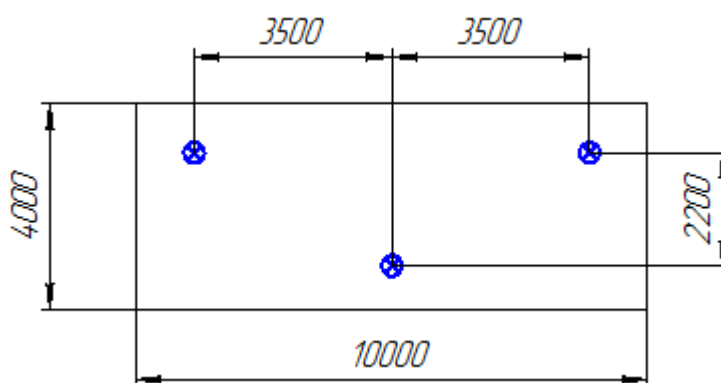


Рисунок 20 – Схема установки светильников

3.4.2. Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места

Микроклимат на рабочем месте в производственных помещениях определяется температурой воздуха, относительной влажностью, скоростью движения воздуха, барометрическим давлением.

Температура воздуха поддерживается постоянной зимой - за счёт отопительных систем, летом - за счёт вентиляции.

По характеру охвата помещений различают на общеобменную и местную.

Работа вентиляционной системы создаёт на постоянных рабочих местах метеорологические условия и чистоту воздушной среды, соответствующие действующим санитарным нормам СанПиН 2.2.4.548096.

Воздушная тепловая завеса используется в холодное время года (ниже -15°C) и препятствует проникновению холодного воздуха

Микроклимат производственного помещения обработки материалов резанием соответствует СанПиН 2.2.4.548096 и ГОСТ 12.1.005-88.

Основные параметры микроклимата приведены в табл.11.

Таблица 11 – Параметры микроклимата

Параметр	Величина параметра	
	оптимальная	допустимая
Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	16. ..18	13. ..19
Относительная влажность воздуха, %	40. ..60	Не более 75
Скорость движения воздуха, м/с	Не более 0,3	Не более 0,5

Предельно допустимый уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела:

50% и более	- 35 Вт/м ²
от 25 до 50%	- 70 Вт/м ²
не более 25%	- 100 Вт/м ²

Фактические значения параметров микроклимата устанавливаются в результате замеров на участке и равны:

- температура - от 14°C зимой до 24°C летом;
- относительная влажность - от 50% зимой до 80% летом;

- скорость движения воздуха -0,15м/с;

Уровень интенсивности теплового излучения при интенсивности облучения поверхности тела от 25 до 50% - 65Вт/м

Вывод: параметры микроклимата участка механической обработки не превышают или близки к основным допустимым параметрам микроклимата. Следовательно, со стороны микроклимата производственного помещения, на участников технологического процесса, вредное воздействие не оказывается.

3.4.3. Классификация помещений по электробезопасности

Достижение высокой производительности труда на сегодняшний день невозможно без применения промышленного электрооборудования различной специализации.

Классификация помещений по электробезопасности помогает выявить степень риска поражения электрическим током в зависимости от условий среды. Среди прочего учитываются следующие исходные данные:

- параметры влажности воздуха в производственном помещении;
- температурный режим;
- уровень концентрации в воздухе токопроводящей пыли;
- химическая активность и другие условия, способные оказать разрушительное воздействие на изоляцию оборудования.

Согласно разделу 1.1.13 правил устройства электроустановок (ПУЭ) производственные цеха, торговые и бытовые помещения принято делить на три отдельных класса, характеризующих степень опасности.

"Помещения без повышенной опасности".

"Помещения с повышенной опасностью".

"Особо опасные помещения".

Данное помещение относится к помещениям с повышенной опасностью.

3.4.4. Анализ показателей шума и вибрации

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной

интенсивности и частоты. В соответствии с классификацией шумов, установленной СН 2.2.4/2.1.8.562-96 шумы делятся на широкополосные, тональные, постоянные, непостоянные, прерывистые, колеблющиеся, импульсные.

В борьбе с производственным шумом применяются следующие методы:

- уменьшение шума (совершенствование технологических операций и применяемого оборудования);
- ослабление на пути следования шума.

Вибрация по характеру действия на организм человека вибрацию подразделяют на общую (действует на всё тело) и местную (действует только на руки рабочего).

Металлообрабатывающие, станки, имеющие достаточно большую частоту вращения по сравнению с собственными частотами номинально нагруженных опор устанавливают виброопорах. При этом станина станка должна быть достаточно жёсткой: отношение длины и ширины к высоте сечения должно быть меньше 5 по ГОСТ 17712-72.

Предельно допустимая норма вибраций (уровень виброскорости) по СН 2.2.4/2.1.8.566-96 или ГОСТ 12.1.012-78:

- общая - 92 дБ, для средней частоты октавных полос - 16; 31,5; 63 Гц;
- общая - 93 дБ, для средней частоты октавной полосы - 8 Гц;
- общая - 99 дБ, для средней частоты октавной полосы - 4 Гц;
- общая - 108 дБ, для средней частоты октавной полосы - 2 Гц;
- местная - 124 дБ.

По паспортным данным уровень вибрации на оборудовании, применяемом в проектируемом технологическом процессе, не превышает 87 дБ, что не превышает предельно допустимого уровня.

3.5. Экологическая безопасность.

3.5.1. Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

3.5.1.1. Защита селитебной зоны

Важное место в планировочной структуре города занимает селитебная территория. На ней располагается жилая застройка с необходимыми учреждениями обслуживания, общественными центрами, зелеными насаждениями и отдельными предприятиями, санитарная характеристика которых допускает расположение их в селитебной зоне.

В состав селитебных территорий входят жилые районы или их группы численностью до 150 и более тыс. чел., имеющие общую архитектурно-планировочную организацию. Границами их являются естественные и искусственные рубежи: реки, каналы, водоемы, массивы зеленых насаждений, улицы, дороги и т.п.

Господствующее направление ветра определяется по розе ветров, которая представляет собой график, изображающий режим ветра в данном месте. Он составляется по результатам многолетних наблюдений за определенный месяц, сезон, год для всех населенных мест.

3.5..2. Анализ воздействия объекта на литосферу (отходы)

Виды загрязнений литосферы:

1 Механические загрязнения - это тела, не растворимые в воде, химически относительно инертные и занимающие площади на поверхности Земли - территории или акватории. В природе мусор не образуется.

2 Физические загрязнения проявляются в отклонении от нормы физических свойств окружающей среды

3 Химическими загрязнениями можно считать все растворимые в воде вещества, не входящие в естественные трофические цепи. Такие вещества можно условно разделить на неорганические и органические.

4 Биологические загрязнения - привнесение в экосистему и размножение там чуждых ей видов организмов; чаще всего это болезнетворные и

паразитарные микроорганизмы и вирусы, как существовавшие в минувшие века , так и появившиеся в последние годы .

Класс опасности отходов - характеристика относительной экологической опасности отхода, которая устанавливается по степени его возможного негативного воздействия на окружающую среду.

Люминесцентная лампа - газоразрядный источник света, в котором видимый свет излучается в основном люминофором, который, в свою очередь, светится под воздействием ультрафиолетового излучения разряда; сам разряд тоже излучает видимый свет, но в значительно меньшей степени. Световая отдача люминесцентной лампы в несколько раз больше, чем у ламп накаливания аналогичной мощности. Срок службы люминесцентных ламп может в 10 раз превышать срок службы ламп накаливания при условии обеспечения достаточного качества электропитания, балласта и соблюдения ограничений по числу включений и выключений. Наиболее распространены газоразрядные ртутные лампы высокого и низкого давления.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях.

3.6. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на рабочем месте при проведении исследований.

Рассмотрим основные характеристики чрезвычайных ситуаций (далее – ЧС) техногенного характера так как основными причинами технологических катастроф всё же является человеческий фактор он присутствует во всех указанных ниже причинах:

- - Большая насыщенность производства;
- - Конструктивные ошибки в изготовлении;
- - Значительный износ оборудования;
- - Ошибки персонала;
- - Искажение информации при совместных действиях людей.

ЧС Техногенного характера – это аварии, пожары, взрывы и т.п. спровоцированные хоз. деятельностью человека. По мере насыщения

производства и сферы услуг современной техникой и технологией резко возрастает число вышеуказанных катастроф.

Внезапное обрушивание зданий. Этот тип аварий обычно инициируется каким-то побочным фактором. Например, скопление людей, машин, активная деятельность в разгар рабочего дня. Значительное число разрушений зданий и сооружений происходит из-за несоблюдения установленных правил строительства на просадочных грунтах и дефектов инженерно-геологических изысканий оснований строящихся объектов, а также из-за недостаточного обоснования прочности зданий, конструкций и деталей.

С целью защиты работников и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, опасностей, возникающих при ведении военных действий или в следствие этих действий предприятие создаёт и содержит в постоянной готовности необходимые защитные сооружения и организации гражданской обороны в соответствии с федеральными законами РФ от 21.12.94 №66 «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций техногенного характера», от 12.02.98 №28 «О гражданской обороне» и постановлением правительства РФ №620 от 10.06.99 «О гражданских организациях гражданской обороны».

3.6.1. Анализ пожарной безопасности

Одной из чрезвычайных ситуаций является пожар. Пожарная безопасность - это такое состояние объекта, при котором исключается возможность возникновения пожара, а в случае его возникновения предотвращается воздействие на людей опасных факторов пожара и обеспечивается защита материальных ценностей.

Производственные помещения, в которых осуществляется обработка резанием, должны соответствовать требованиям СНиП II-2-80, СНиП II-89-80, санитарных норм проектирования промышленных предприятий СНиП П-92-76. Участок должен быть оборудован средствами пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83:

- огнетушитель порошковый ОП-2 для тушения лакокрасочных материалов и оборудования под напряжением - 2 шт;
- песок (чистый и сухой) для тушения электроустановок под напряжением - 0,5 м³;
- кран внутреннего пожарного водопровода - 1 шт;
- огнетушитель углекислотный ОУ-8 - 2 шт.

При проектировании и строительстве производственных зданий необходимо учитывать категорию пожароопасности производства. Согласно СНиП 2-90-81 в зависимости от характеристики обращающихся в производстве веществ и их количества производства подразделяются по пожарной и взрывной опасности на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д и Е. Согласно СНиП 2-90-81 рассматриваемый участок принадлежит категории В4.

3.7. Заключение

В данном разделе были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Опасными и вредными производственными факторами на рабочем месте являются недостаточная освещенность, шум, движущиеся элементы оборудования и поражение электрическим током.

Для улучшения освещённости рабочих мест, произведён расчёт и установка светильников «Универсаль».

Однако влияние некоторых вредных факторов не удалось предотвратить, таких как шум, издаваемый движущимися органами станков, неоптимальные параметры микроклимата:

- повышенная влажность из-за использования средств охлаждения инструмента;
- повышенная температура среды от работающего оборудования.

С учетом актуальности проекта (уменьшение энергетических затрат и расходов материала), а также при условии обеспечении большей экологической чистоты производства и соблюдения требуемых стандартов, данная технология имеет возможность внедрения в производство.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту: "AmanTaalaibekov" <taalaibekov.aman@inbox.ru>

Группа	ФИО
4AM81	Талайбеков Аман Талайбекович

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	- стоимость выполняемых работ, материальных ресурсов, согласно применяемой техники и технологии, в соответствии с рыночными ценами по городу Томску; - ресурсы ТПУ (лаборатория)
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	- районный коэффициент- 1,3; - прочие расходы – 10%.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	- общая система налогообложения; - страховые взносы во внебюджетные фонды 30%
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. <i>Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ</i>	Анализ потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, оценка готовности проекта к коммерциализации
2. <i>Разработка устава научно-технического проекта</i>	Определение целей и результатов проекта, организационной структуры проекта
3. <i>Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок</i>	Формирование плана и графика проекта: - Определение структур работ; - Определение трудоемкости работ; - Разработка диаграммы Ганта. Формирование бюджета затрат проекта.
4. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	Проведение оценки ресурсной, финансовой, экономической эффективности проекта
Перечень графического материала(с точным указанием обязательных чертежей):	
1. Сегментирование рынка 2. Оценка конкурентоспособности технических решений 3. Матрица SWOT 4. График проведения и бюджет НТИ	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	20.02.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	к.э.н.		20.02.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4АМ81	Талайбеков Аман Талайбекович		20.02.2020

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1. Введение

Целью настоящего раздела является анализ неуравновешенности детали перспективности и успешности научно-исследовательского проекта, разработка механизма управления и сопровождения конкретных и проектных решений на этапе реализации на тему: “Разработка технологии изготовления неуравновешенной детали передачи с промежуточными телами качения”. Для достижения цели данного раздела необходимо оценить перспективность и успешность научно-исследовательского проекта, полные денежные затраты на исследование (проект), а также дать хотя бы приближенную экономическую оценку результатов ее внедрения. Это в свою очередь позволит с помощью традиционных показателей эффективности инвестиций оценить экономическую целесообразность осуществления работы.

4.2. Потенциальные потребители результатов исследования

Научный проект заинтересован в тех потребителях, которые заинтересованы в его разработке. Следовательно, необходимо четко представлять, кто является конечным потребителем проекта или, кто может стать им в будущем и по какой причине они эту разработку приобретают, т. е. в итоге определить свой целевой рынок.

Рассмотрим целевой рынок и проведем анализ по применению для определения устойчивости детали необходимо определить вес двух половинок относительно оси вращения детали материалов и изделий из них, в различных отраслях промышленности. Принимаются во внимание два критерия: отрасль промышленности и объем потребления. На основании этих критериев составляется карта сегментирования рынка в виде таблицы 12.

Из анализа сегментов рынка видно, что композиционные изделия с крупным объемом потребления относятся к космической промышленности и авиастроению, средний объем относится к машиностроению, а мелкий объем потребления к приборостроительной отрасли.

Таблица 12 - Карта сегментирования рынка

		Отрасль промышленности		
		Машиностроение	Космическое промышленность и авиастроение	Приборостроение
Размер компаний	Мелкий			+
	Средний	+		+
	Крупный	+	+	

4.3. Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для изготовления деталей и инструментов в машиностроении применяют различные материалы: инструментальные углеродистые, легированные и быстрорежущие стали, твердые сплавы, минералокерамические материалы и алмазы. Методы изготовления изделий также развиваются. Наибольшее распространение при получении режущего инструмента, предназначенного для работы в отсутствии охлаждающих жидкостей и высоких скоростей вращения и подачи, получили технологии порошковой металлургии. Материалы из оксида железа обладают магнитными свойствами. Настоящее изобретение предлагает фотокатализатор, включающий композитный материал, содержащий соединение железа, которое в больших количествах существует в земной коре и, таким образом, стабильно поставляется и имеет высокую безопасность для окружающей среды. Фотокатализатор настоящего изобретения является недорогим, имеет высокую эффективность, легко восстанавливается и используется повторно, имеет чрезвычайно низкое загрязнение окружающей среды и способен значительно снизить себестоимость. Сравнивая два метода получения заготовок, делаем вывод. Прокат горячекатаный более прост в изготовлении по сравнению со штамповкой на КГШП, но конфигурация заготовки, получаемая вторым способом позволяет

уменьшить затраты на механическую обработку. Окончательно принимаем метод получения заготовки прокат горячекатанный.

В разрабатываемом проекте решается задача получения детали минимальными затратами при использовании высокопроизводительной технологической оснастки, а также рационального метода получения заготовки. Внедряемые технологические процессы должны обеспечивать высокое качество, точность и низкую себестоимость выпускаемой продукции. Эти показатели обеспечиваются обоснованным применением высокопроизводительного оборудования и технологической оснастки, а также средствами механизации и автоматизации.

Таблица 13 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерия оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _{к1}	К _ф	К _{к1}
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1.Повышение производительности труда пользователя	0,2	4	3	0,8	0,6
2.Простота технологии нанесения покрытия	0,1	3	2	0,3	0,2
3.Энергоэкономичность	0,2	5	3	0,8	0,6
4. Надежность	0,05	4	4	0,2	0,2
5. Уровень шума	0,05	3	3	0,15	0,15
6.Экологичность материала	0,10	4	3	0,4	0,4
7.Область применения покрытия	0,10	3	2	0,3	0,3
Продолжение таблицы 13					

1	2	3	4	5	6
Экономические критерии оценки эффективности					
1.Конкурентоспособность продукта	0,1	4	2	0,4	0,2
2. Цена	0,05	3	3	0,4	0,45
3.Финансирование научной разработки	0,05	4	2	0,2	0,1
Итого:	1	37	27	3,95	3,0

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i * B_i \quad (46)$$

где K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

B_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i-го показателя.

Из проведенного в таблице 13 анализа видно, что метод горячепрокатный позволяет получить увеличение производительности при значительно более низких затратах по сравнению с методом КГШП, имея значительное преимущество.

4.4. SWOT-анализ

SWOT анализ (перевод с англ. swotanalysis) – один из самых эффективных инструментов в стратегическом менеджменте. Это анализ сильных и слабых сторон организации, а также возможностей и угроз со стороны внешней окружающей среды. Аббревиатуры SWOT анализа расшифровываются как: Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы). Сильные и слабые стороны являются факторами внутренней среды объекта анализа (то есть тем, на что самообъект способен повлиять); возможности и угрозы являются факторами внешней среды (то есть тем, что может повлиять на объект извне и при этом неконтролируется объектом). SWOT-анализ является предварительным исследовательским этапом при составлении стратегических планов, разработке стратегических целей и задач компании.

Основные преимущества данного проекта – универсальность, высокая производительность и возможность создания технологичной детали заданными служебными характеристиками, увеличение срока службы инструмента, улучшение качества обрабатываемой поверхности, повышение эффективности использования оборудования, снижение себестоимости изделия. Дешевизна – при горячем способе производства используются низкосортные марки стали, имеющие более низкую стоимость.

Но несмотря на все преимущества проекта, есть и слабые стороны. На данном этапе не проработана стабильная технология получения заготовки, которые используются для получения детали, невозможность получения равномерной толщины и требуемых размеров а также Неудобство и определенные риски при сваривании изделий (металл может «вести»). В таблице 14 (матрица SWOT) более подробно изложены сильные и слабые стороны исследовательского проекта, а также возможности и угрозы.

Таблица 14– Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны</p> <p>научно</p> <p>исследовательского</p> <p>проекта:</p> <p>С1.Полученное листовое полотно имеет довольно высокую устойчивость к коррозии.</p> <p>С2.Высокая работоспособность изделия;</p> <p>С3.Улучшение свойств обрабатываемой</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>научно</p> <p>исследовательского</p> <p>проекта:</p> <p>Сл1.Отсутствие прототипа научной разработки;</p> <p>Сл2.Надобность в дополнительной обработке для избавления от окалина.</p> <p>Сл3.Невозможность получения</p>
--	---	--

	поверхности; С4.Снижение себестоимости изделия;	равномерной толщины и требуемых размеров. Сл4.Вероятность получения брака;
Возможности: В1. Использование инновационной инфраструктуры ТПУ(т.е.использование научногооборудования); В2. Возможность внедрения технологии в производство; В3. Возможность участия в грантах, для повышения производительности изделия; В4. Появление дополнительного спроса на новый продукт;	С1 В2. Внедрение технологии в различные производства за счет возможности варьирования состава; С4 В2.Вероятность расширения количества поставщиков (снижение себестоимости изделия); С2 В3. участие в грантах приводят к улучшению высокой работоспособности изделия;	В1 Сл4. новейшее оборудование, позволит на ранних стадиях исследование, выявить и предотвратить появление брака; В1 Сл1. Возможность изготовления прототипа; В3 Сл2. Возможность отработки технологии на средства из грантов;

<p>Угрозы:</p> <p>У1. Вероятность появления более высокооплачиваемой предложений на рынке, так как в данном направлении ведется большое количество исследований.</p> <p>У2. Отсутствие оборудования для массового производства; У3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства приводит к несвоевременно выполнению заказов изделия;</p>	<p>У1 С1. Возможность изменить состав для повышения конкурентоспособности и новыми предложениями на рынке.</p> <p>У3 С4. Появление резервных средств за счет экономии материала</p>	<p>У3 Сл4. длительный простой производства.</p> <p>У2 Сл1. Нежелание крупных предприятий сотрудничать в условиях отсутствия прототипа и оборудования массового производства</p>
---	---	---

Проанализировав матрицу SWOT можно сказать, что у исследовательского проекта есть как сильные, так и слабые стороны. Проведя анализ технологичности конструкции детали можно сделать вывод, что деталь является технологичной, так как имеет небольшое количество поверхностей с высокой точностью и шероховатостью. Имеет развитые поверхности для базирования и закрепления при обработке. Конструкция детали позволяет применять для механической обработки на станках с ЧПУ. Угрозы У1 и У2

представляются серьезными и являются объектами для внимания при выводе разработки на рынок.

4.5. Организация и планирование работ

В данном пункте составляется полный перечень проводимых работ, определяются их исполнители и рациональная продолжительность. Хронологически упорядоченные вышеуказанные данные сведены в таблицу 15.

Таблица 15 - Перечень работ и продолжительность их выполнения

Выполняемая работа	Загрузка исполнителей		
	НР	И	ИНЖ
1	2	3	4
Постановка целей и задач.	100%	-	-
Разработка календарного плана.	100%	10%	-
Подбор и изучение литературы по тематике.	20%	100%	-
Подготовка литературного обзора	15%	100%	-
Подготовка материалов	100%	20%	-
Выполнение исследовательской работы	10%	100%	80%
Анализ результатов	90%	100%	-
Оформление результатов исследования	-	100%	-
Подведение итогов	60%	100%	-

НР(научный руководитель) – Ефременков Егор Алексеевич

И(исследователь) – Талайбеков Аман Талайбекович

4.5.1. Продолжительность этапов работ

Расчет продолжительности этапов работ может осуществляться двумя методами: технико-экономическим;— опытно-статистическим.— Первый применяется в случаях наличия достаточно развитой нормативной базы трудоемкости планируемых процессов, что в свою очередь обусловлено их

высокой повторяемостью в устойчивой обстановке. Поскольку, соответствующие нормативы не имеются, то используется опытностатистический метод, который реализуется двумя способами: аналоговый;– экспертный.– Аналоговый способ привлекает внешней простотой и околонулевыми затратами, но возможен только при наличии в поле зрения исследователя не устаревшего аналога, т.е. проекта в целом или хотя бы его фрагмента, который по всем значимым параметрам идентичен выполняемой НИР. В большинстве случаев он может применяться только локально – для отдельных элементов (этапов работы). Экспертный способ используется при отсутствии вышеуказанных информационных ресурсов и предполагает генерацию необходимых количественных оценок специалистами конкретной предметной области, опирающимися на их профессиональный опыт и эрудицию. Для определения 54 вероятных (ожидаемых) значений продолжительности работ $t_{ож}$ применяется формула.

$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + t_{max}}{K_{вн}}, \quad (47)$$

где t_{min} – минимальная продолжительность работы, дн.;

t_{max} – максимальная продолжительность работы, дн.

Для выполнения перечисленных в таблице 15 работ требуются:

- исследователь – в его роли действует исполнитель НИР;
- научный руководитель;
- инженер-технолог - сотрудник, обеспечивающий работу– оборудования.

Для построения линейного графика необходимо рассчитать длительность этапов в рабочих днях, а затем перевести ее в календарные дни. Расчет продолжительности выполнения каждого этапа в рабочих днях ($T_{рд}$) ведется по формуле:

$$T_{рд} = \frac{t_{ож}}{K_{вн}} K_{д}, \quad (48)$$

где $t_{ож}$ – продолжительность работы, дн.;

$K_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей, в частности, возможно $K_{\text{вн}} = 1$;

$K_{\text{д}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на $K_{\text{д}}$ компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{\text{д}} = 1\text{--}1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{\text{КД}} = T_{\text{РД}} T_{\text{К}}, \quad (49)$$

где $T_{\text{КД}}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;
 $T_{\text{К}}$ – коэффициент календарности, позволяющий перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитываемый по формуле:

$$T_{\text{К}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вд}} - T_{\text{пд}}}, \quad (50)$$

где $T_{\text{КАЛ}}$ – календарные дни ($T_{\text{КАЛ}} = 365$);

$T_{\text{ВД}}$ – выходные дни ($T_{\text{ВД}} = 52$);

$T_{\text{ПД}}$ – праздничные дни ($T_{\text{ПД}} = 10$).

$$T_{\text{К}} = \frac{365}{365 - 52 - 10} = 1,205.$$

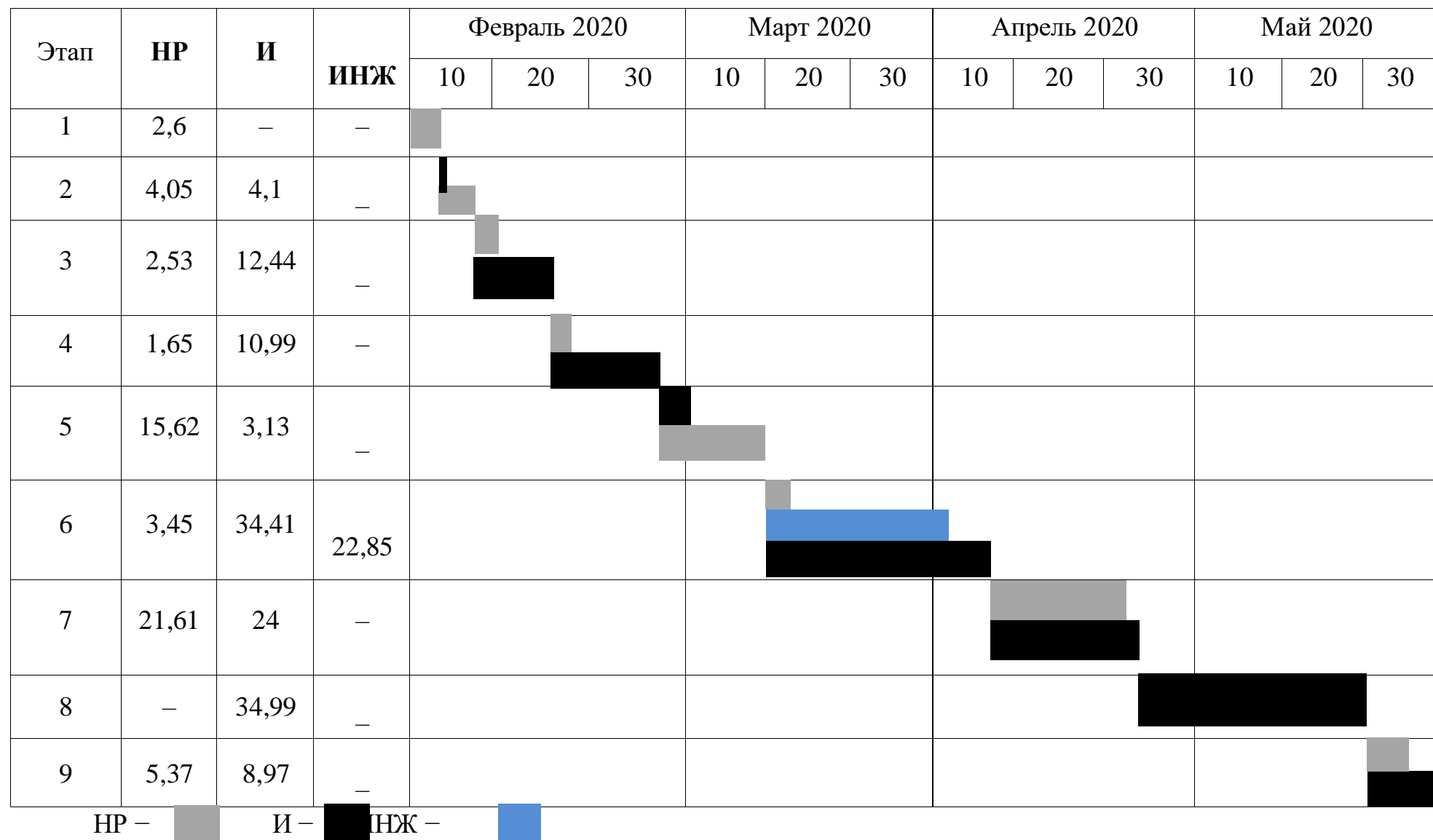
В таблице 16 приведен пример определения продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе. В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (2). Столбцы 6, 7 и 8 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из трех участников проекта (научный руководитель, исследователь, и инженер-технолог) по формуле(3) с учетом коэффициента $K_{\text{Д}} = 1,2$. Каждое из них в отдельности не может превышать соответствующее значение $t_{\text{ож}} * K_{\text{Д}}$. Столбцы 9, 10 и 11 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях по формуле(4) путем дополнительного умножения на $T_{\text{К}}$ (здесь оно равно 1,205). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 9, 10 и 11 – общие трудоемкости для каждого

из участников проекта. Три последние величины далее будут использованы для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям ТКД (данные столбцов (9, 10 и 11 кроме итогов) позволяют построить линейный график осуществления проекта, показанный в таблице 17.

Таблица 16 - Трудозатраты на выполнение проекта

Этап	Исполнители	Продолжительность работ, дни			Трудоемкость работ по исполнителям чел.- дн.					
		t_{min}	t_{max}	$t_{ож}$	$T_{РД}$			$T_{КД}$		
					НР	И	ИНЖ	НР	И	ИНЖ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Постановка целей и задач.	НР	1	3	1,8	2,16	–	–	2,6	–	–
Разработка календарного плана.	НР, И	2	4	2,8	3,36	0,34	–	4,05	4,1	–
Подбор и изучение литературы по тематике.	НР, И	7	11	8,6	2,1	10,32	–	2,53	12,4 4	–
Подготовка литературного обзора	НР, И	6	10	7,6	1,37	9,12	–	1,65	10,9 9	–
Подготовка материалов	НР, И	10	12	10,8	12,96	2,6	–	15,6 2	3,13	–
Выполнение исследовательской работы.	И, ИНЖ	21	28	23,8	2,86	28,56	22,85	3,45	34,4 1	27,53
Анализ результатов	НР, И	15	19	16,6	17,93	19,92	–	21,6 1	24	–
Оформление результатов исследования	И	23	26	24,2	–	29,04	–	–	34,9 9	–
Подведение итогов	НР, И	5	8	6,2	4,46	7,44	–	5,37	8,97	–
Итого:				102,4	47,2	100,34	22,85	56,8 8	123, 03	27,53

Таблица 17 - Диаграмма Ганта



4.6. Расчет сметы затрат на выполнение проекта

В состав затрат на создание проекта включается величина всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание данной разработки. Расчет сметной стоимости ее выполнения производится по следующим статьям затрат:

- ☐ материалы и покупные изделия;
- ☐ оборудование;
- ☐ заработная плата;
- ☐ отчисления во внебюджетные фонды;
- ☐ расходы на электроэнергию (без освещения);
- ☐ прочие услуги (сторонних организаций);
- ☐ прочие (накладные расходы) расходы.

4.6.1. Расчет затрат на материалы

К данной статье расходов относится стоимость материалов, покупных изделий, полуфабрикатов и других материальных ценностей, расходуемых непосредственно в процессе выполнения работ над объектом проектирования. Сюда же относятся специально приобретенное оборудование, инструменты и прочие объекты, относимые к основным средствам, стоимостью до 40 000 руб. включительно. В стоимость материальных затрат включают транспортно-заготовительные расходы (3 – 5 % от цены). Расходы, связанные с приобретением сырья, материалов и комплектующих изделий, а также транспортно-заготовительные расходы для проведения исследования представлены в таблице 18.

Таблица 18 - Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Марка	Кол-во	Цена за ед., руб	Сумма, руб.
1	2	3	4	5
Деталь	Втулка	1	473,54	473,54
Бумага	«Снегурочка»,	2	199	398

	A4, 500 листов			
--	----------------	--	--	--

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5
Шариковая ручка	Union Source СО синяя	2	7,90	15,8
Карандаш	«Конструктор» HB	2	3	6
Ластик	«ErichKrause»	1	30	30
Папка	«ErichKrause», зелеая	1	12	12
Транспортно- заготовительные расходы 4%				37,41
Итого				972,75

Затраты на электроэнергию, потраченную по ходу работы рассчитывается по формуле:

$$C_{\text{эл.об.}} = P_{\text{об.}} \cdot t_{\text{об.}} \cdot Ц_{\text{э}},$$

где $Ц_{\text{э}}$ – цена за кВт электроэнергии, 2,4 руб.

Таблица 19 - Затраты на электроэнергию технологическую

Наименование оборудования	Время работы оборудования $t_{\text{об.}}$, час	Потребляемая мощность $P_{\text{об.}}$, кВт	Затраты $Э_{\text{об.}}$, руб.
Персональный компьютер	76	0,45	82,08
Принтер Samsung ML1210	1	0,18	0,43
Итого:			82,51

4.6.2. Расчет затрат на оборудование

В данную статью включают все затраты, связанные с приобретением

специального оборудования (приборов, контрольно-измерительной

аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Таблица 20 - Список оборудования для исследования

№	Наименование оборудования	Кол-во	Цена единицы оборудования, тыс.руб.	Общая стоимость оборудования, тыс.руб
1	Компьютер	1	55000	55000
2	Принтер Samsung ML1210	1	4500	4500
3	Стенд для исследования	1	1250	1250
Итого:				60750

При выполнении научного проекта вышеуказанное оборудование находилось в лаборатории, поэтому учитывается в виде амортизационных отчислений.

4.6.3. Расчет амортизационных расходов

Во время использования машины, машина неизбежно будет иметь старое явление, поэтому мы должны рассчитать старые потери оборудования.

Затраты на амортизацию оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = (Ц \cdot F_{ф}) / (F_{н} \cdot F_{сс}), \quad (51)$$

где Ц – цена оборудования, руб.;

$F_{н}$ – номинальный фонд времени (рабочее время в году), ч;

$F_{сс}$ – срок службы оборудования, год; $F_{ф}$ – фактическое время занятости оборудования, ч.

$$F_{н} = 250 \text{ дней} = 6000 \text{ ч.}$$

Вычисленная амортизация оборудования представлена в таблице 21.

Таблица 21 – Расчет амортизационных отчислений

№	Наименование оборудования	Ц, руб	$F_{сс}$, год	$F_{ф}$, ч	$Z_{об}$, руб.
1	Компьютер	55000	5	76	139,33
2	Принтер Samsung ML1210	4500	3	1	0,25
3	Стенд для исследования	1250	1	2	0,41
Итого:					139,99

4.6.4. Расчет заработной платы

Заработная плата определяется в соответствии с количеством отработанного времени по теме и установленным штатно-должностным окладом.

Для инженера 0,5 ставки по тарифу зарплата составляет $Q_{\text{инж}}=1702,14\text{руб/мес}$, для руководителя (0,5 ставки) $Q_{\text{рук}}=2178,9\text{руб/мес}$.

Основная заработная плата руководителя (профессора) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{ра}}, \quad (52)$$

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

$T_{\text{раб}}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} M}{F_{\text{д}}}, \quad (53)$$

где $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн. Действительный годовой фонд времени одного рабочего составляет 1790 ч при 307 рабочих днях в году и 40-часовой рабочей неделе.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) \cdot K_{\text{р}}, \quad (54)$$

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

$K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $Z_{\text{тс}}$);

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 - 0,5 (в ТПУ – надбавка по статье «причисление к объектам культурного наследия» 30-50% от $Z_{тс}$ в НИИ и на промышленных предприятиях – за расширение сфер обслуживания, за профессиональное мастерство, за вредные условия: 15-20% от $Z_{тс}$;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3.

Таблица 22 - Расчет заработной платы

Исполнители	$Z_б$, руб.	$K_{пр}$	K_d	K_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	$T_{раб}$, раб.дн.	$Z_{осн}$, руб.
НР	2178,9	0,3	0,2	1,3	33664	635,169	47	27852,943
ИНЖ	1702,14	0,3	0,2	1,3	26298	496,188	23	11412,324
Итого:								39256,27

Данная статья расходов включает заработную плату научного руководителя и инженера (в его роли выступает исполнитель проекта), а также премии, входящие в фонд заработной платы. Расчет основной заработной платы выполняется на основе трудоемкости выполнения каждого этапа и величины месячного оклада исполнителя.

4.6.5. Отчисления на социальные нужды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб.} = K_{внеб.} (Z_{осн} + Z_{доп}), \quad (55)$$

где $K_{внеб.}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды равный 0,13 (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

$$C_{внеб.} = 39256,27 * 0,13 = 5103,32 \text{ руб.}$$

4.6.6. Накладные расходы

В эту статью включаются затраты на управление и хозяйственное обслуживание, которые отнесены непосредственно на конкретную тему.

Накладные расходы составляют 80-100 % от суммы основной и дополнительной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнение темы.

Расчет накладных расходов ведется по следующей формуле:

$$C_{\text{накл.}} = k_{\text{накл.}}(Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \quad (56)$$

где $k_{\text{накл.}}$ – коэффициент накладных расходов, равный 0,8.

$$C_{\text{накл.}} = 39256,27 * 0,8 = 31405,016 \text{руб.}$$

4.6.8. Расчет общей себестоимости затрат на разработку

Проведя расчет по всем статьям сметы затрат на разработку, можно определить общую себестоимость проекта «Разработка технологии изготовления неуравновешенной детали передачи с промежуточными телами качения».

Таблица 23– Смета затрат на разработку проекта

Статья затрат	Затраты, руб.
Затраты на материалы	972,75
Затраты на электроэнергию	82,51
Стоимость оборудования	60750
Заработная плата	39256,27
Отчисления на социальные нужды	12562
Накладные расходы	31405,02
Итого:	145028,55

Таким образом, общая себестоимость НИР равняется = **145028,55**руб.

4.7 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

4.7.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков (cashflow). Особенностью

является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

- чистая текущая стоимость (NPV);
- индекс доходности (PI);
- внутренняя ставка доходности (IRR);
- срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{opt}}{(1+i)^t} - I_0, \quad (57)$$

где $ЧДП_{opt}$ – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t = 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Таблица 24 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	174000	174000	174000	174000
2	Итого приток, руб.	0	174000	174000	174000	174000
3	Инвестиционные издержки, руб.	-145000	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб.	0	14500	14500	14500	14500
5	Налогооблагаемая прибыль	0	159500	159500	159500	159500

6	Налоги 20 %, руб.	0	31900	31900	31900	31900
7	Итого отток, руб.	-145000	46400	46400	46400	46400
8	Чистая прибыль, руб.	0	127600	127600	127600	127600
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.	-145000	135740	135740	135740	135740
10	Коэффициент дисконтирования (КД)	1	0,833333	0,694444	0,578704	0,482253
11	Чистый дисконтированный доход (ЧДД), руб.	-145000	113116	94263	78553	65461
12	$\Sigma \text{ЧДД}$	351393				
12	Итого NPV, млн руб.	206393				

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}, \quad (58)$$

где: i – ставка дисконтирования, 20 %;

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 206393 тыс. рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{\text{ЧДП}_t}{(1+i)^t} / I_0, \quad (59)$$

где ЧДД - чистый денежный поток, тыс. руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, тыс. руб.

$$PI = 351393 / 145000 = 2,42$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Значение ставки, при которой **NPV** обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или **IRR**. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или **NPV=0**. По разности между **IRR** и ставкой дисконтирования *i* можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе **IRR** к ставке дисконтирования *i*, тем больше риск от инвестирования в данный проект.

$$\sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{I_t}{(1+IRR)^t}, \quad (61)$$

Между чистой текущей стоимостью (**NPV**) и ставкой дисконтирования (*i*) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 25 и рис. 21.

Таблица 25 - Зависимость **NPV** от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, . руб.
1	Чистые денежные потоки, млн. руб.	-145000	135740	135740	135740	135740	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,350	
	0,4	1	0,714	0,510	0,364	0,260	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,390	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	
	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,500	0,250	0,125	0,062	

3	Дисконтированный денежный доход, млн. руб.						
	0,1	-145000	123387	112121	101940	92710	285158
	0,2	-145000	113071	94203	78457	65426	206157
	0,3	-145000	104384	80358	61761	47509	149012
	0,4	-145000	96918	69277	49409	35292	105896
	0,5	-145000	90538	60268	40043	26876	72725
	0,6	-145000	84837	52938	33120	20768	46633
	0,7	-145000	79815	45472	27555	15202	23044
	0,8	-145000	75471	41943	23211	12895	8520
	0,9	-145000	71399	37599	19818	10451	-5733
	1,0	-145000	67870	33935	16967	8415	-17813

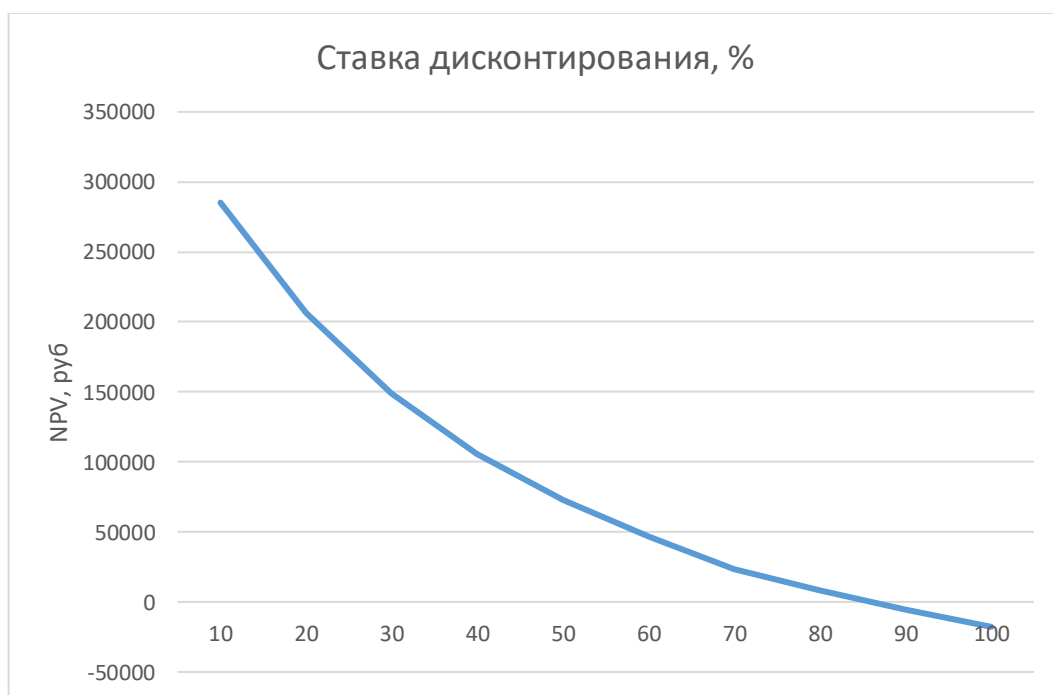


Рисунок 21 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,87.

Запас экономической прочности проекта: $87\% - 20\% = 67\%$

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 26).

Таблица 26 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный денежный доход ($i=0,20$), млн. руб.	-145000	113116	94263	78553	65461
2	То же нарастающим итогом, млн. руб.	-145000	-31884	81232	194348	305564
3	Дисконтированный срок окупаемости	$PP_{диск} = 1 + (31884/94263) = 1,3540$ года				

Социальная эффективность научного проекта (таблица 27) учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты.

Таблица 27– Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Пониженная пластичность, обусловленная повышенной жесткостью	Разработка усовершенствованного технологического процесса
Невозможность наблюдения и предсказания техногенных нарушений	Усовершенствование в использовании ПО, преждевременное определение изменений

4.7.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Для определения эффективности исследования проведем сравнение методов спекания: метод горячекатаной обработки и метод КГШП. Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносится финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{\text{pi}}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (62)$$

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).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_m^p = \sum_{i=1}^n a_i b_i^p, \quad I_m^a = \sum_{i=1}^n a_i b_i^a, \quad (63)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^p – бальная оценка i-го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности рекомендуется проводить в форме таблицы

Таблица 28 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп.1Горячекатаной обработки	Исп.2(КГШП)
Удовлетворяет потребности потребителя	0.2	5	4
Энергосбережение	0.25	4	3
Надежность	0.3	4	4
Материалоемкость	0.25	4	4
Итого:	1		
I_{pi}		4,2	3.75

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

Сравнительная эффективность указаны в таблице 28.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№ п/п	Показатели	Исп. 1 (ГО)	Исп. 2 (КГШП)
-------	------------	-------------	---------------

1	Интегральный финансовый показатель	1,0	0,98
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,2	3,75
3	Интегральный показатель эффективности	4,2	3,82
4	Сравнительная эффективность проекта относительно исп. 1	1,0	0,9

Представленные в таблице 29 расчеты показывают, что наиболее эффективным вариантом проектного решения является метод горячекатаной обработкой, который и был задействован в НИР.

4.8. Заключение по разделу

Описан целевой рынок, то есть кто является конечным потребителем продукта или, кто может стать им в будущем. После анализа целевого рынка составлена карта сегментирования для неуравновешенной детали, в зависимости от двух критериев: отрасль промышленности и объем потребления.

При анализе конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения изготовления детали втулка материалов методом горячекатаной обработки и методом КГШП, можно сделать вывод, что метод горячекатаной обработки имеет преимущество перед методом КГШП, т.к. позволяет получить увеличение производительности при значительно более низких затратах.

На основе метода SWOT – анализа можно сказать, что деталь является технологичной, так как имеет небольшое количество поверхностей с высокой точностью и шероховатостью. Имеет развитые поверхности для базирования и закрепления при обработке. Конструкция детали позволяет применять для механической обработки на станках с ЧПУ, обеспечит актуальность этой темы на протяжении многих лет. Носуществуют угрозы в виде возможности появления более высокооплачиваемых предложений на рынке и отсутствия оборудования для массового производства, что требуют серьезного внимания и рассмотрения.

Рационально спланирована занятость каждого из участников и сроки проведения отдельных работ для организации процесса реализации исследовательской работы. Опытно-статистическим методом были определены продолжительности этапов работ и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

Вычислены полные денежные затраты на исследовательскую работу. В состав затрат на создание проекта включались величины всех расходов, необходимых для реализации комплекса работ, составляющих содержание исследования. В итоге, общая себестоимость НИР по всем статьям затрат 145 028,55руб.

Список источников

1. Гилёв А.В. Монтаж горных машин и оборудования: учеб. пособие / А.В. Гилёв, В.Т. Чесноков, А.О. Шигин, – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2012. – 229 с.
2. Бабичева И.В., Болдовская Т.Е. Б 12 Справочник по математике (в формулах, таблицах, рисунках): учебное пособие / И.В. Бабичева, Т.Е. Болдовская. – 2-е изд., исп. и доп. – Омск: СибАДИ, 2010. – 148 с.
3. Сборник формул по физике г. Саратов, ЛИЕН, кафедра физики, 2011г.
4. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Минск, «Высшая школа», 1975.
5. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т1/ Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
6. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
7. Каталог металлообрабатывающее оборудование. Балтийская промышленная компания.
8. Каталог металлообрабатывающее оборудование FORT. Станки Российского производства.
9. Каталог металлообрабатывающее оборудование Okuma.
10. Компоненты оснастки металлообрабатывающих станков. Краткий каталог. www.barufflidi.it.
11. Каталог продукции. www.columbuss.ru/pages/55/.
12. Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412
13. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и поготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.

14. Кодекс, Федеральный закон от 30.12.2001 № 197-ФЗ. Трудовой кодекс Российской Федерации (с изм. на 24.04.2020).

15. ГОСТ 12.2.003-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности.

16. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ "Опасные и вредные производственные факторы. Классификация".

17. Положение об организации работы по охране труда в ИФПМ СО РАН [Текст]. – Томск: ИФПМ СО РАН, 2018. – 18с.

18. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности (с Изменением N1).

19. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1031-01. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий, планировка и застройка населенных мест. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов

Приложение А

Literature review

“Development of manufacturing technology for an unbalanced transmission part with intermediate rolling elements”

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4AM81	Талайбеков Аман Талайбекович		11.02.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н		11.06.2020

Консультант-лингвист отделения иностранных языков ШБИП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Ажель Юлия Петровна	-		11.02.2020

1. Equilibrium analysis

The balancing of rotating bodies is the process of balancing the rotating parts of a machine - rotors of electric motors and turbines, crankshafts, pulleys, car wheels, etc. Balancing is performed using balancing machines, as well as directly during operation.

Balancing involves determining the values and angles of imbalance and setting corrective masses to balance the rotor.

1.1. Balancing rotating parts and assemblies

1.1.1 Types of imbalance

The main causes of imbalance in rotating parts include:

inaccuracy of manufacturing parts;

uneven distribution of the material of the part relative to the axis of rotation;

the formation of various structures in the part during heat treatment;

uneven wear of the part during operation;

plastic deformation of the part;

inaccurate assembly of the assembly, as a result of which an uneven distribution of the mass of parts is formed;

displacement of the part in the assembly during operation;

uneven load leading to bending of the part.

There are the following types of imbalance of parts and assemblies (Fig. 1):

1. Static imbalance;
2. Dynamic imbalance;
3. General imbalance.

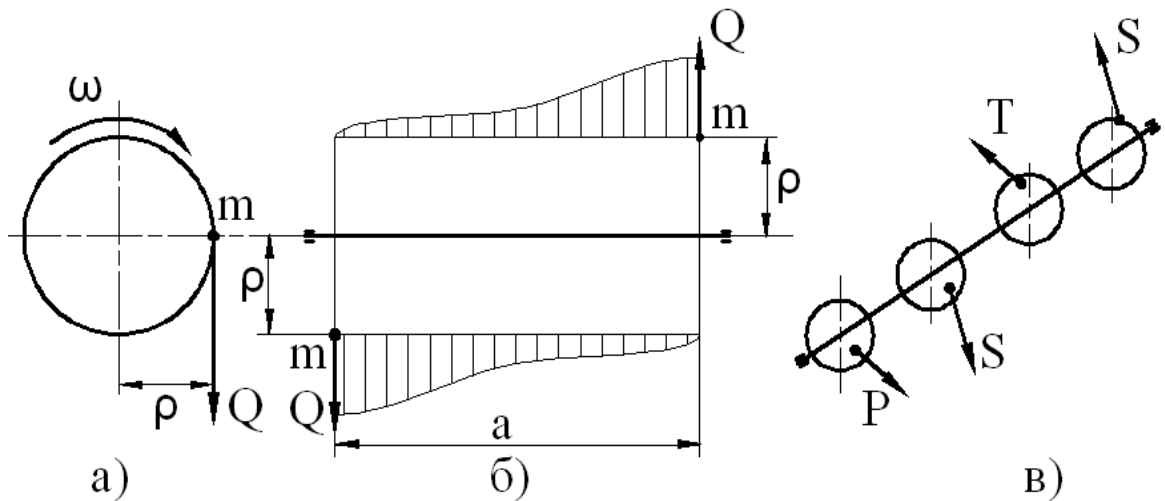


Figure 1 - Types of imbalance:

a - static imbalance; b - dynamic imbalance; c - general imbalance

Static imbalance is formed when unbalanced masses of a body result in one mass and one centrifugal force caused by this mass when the body rotates. Static imbalance is observed in parts of large diameter and short length (pulleys, flywheels, etc.) (Fig. 1, a).

It can be detected by weighing on special scales or on prisms, without bringing the part into rotation.

The reduced centrifugal force with static imbalance is determined by the following expression:

$$Q = m \cdot \omega^2 \cdot \rho, \text{ H} \quad (1)$$

where m is the reduced unbalanced mass, kg;

ω is the angular velocity of rotation of the body, c^{-1} ;

ρ is the distance from the axis of rotation to the center of gravity of the unbalanced mass, m

Dynamic imbalance is obtained if two equal and directly opposite centrifugal forces are formed in the part, lying in the same plane. Each centrifugal force is determined in this case by the formula (1), the moment of two forces is determined by the formula (Fig. 1, b)

$$M = m \cdot \omega^2 \cdot \rho \cdot a, \quad (2)$$

where a is the distance between the forces, m

Dynamic imbalance is found in long parts: crankshafts, rotors of electric machines, centrifugal pumps, in gear shafts.

General imbalance occurs if two mutually opposite and equal centrifugal forces (S-S) and reduced centrifugal forces appear in the rotating part (PT, Fig. 1, c). Each of the forces is determined by the corresponding equation:

$$p = m_1 \cdot \omega^2 \cdot \rho_1, \text{ H} \quad (3)$$

$$p = m_2 \cdot \omega^2 \cdot \rho_2, \text{ H}$$

The imbalance increases the load on the bearings, and therefore their wear bends the shafts, causing vibrations and vibration of the machine. When balancing, it is important to determine the magnitude of the forces that create imbalance and their direction.

1.1.2. Static balancing of rotating products. Purpose and tasks of static balancing

The main disadvantage of static balancing, which is the inability to detect momentary imbalance of rotors, cannot be eliminated. Therefore, the scope in the technique of static balancing of rotors is limited. Currently, static balancing is used to balance disc-shaped rotors, some nodes rotating at low speeds, and also when the only purpose of balancing is to bring the center of mass of the part to the axis of rotation.

The purpose of static balancing is to eliminate the imbalance of a rotating part. The task of static balancing is to bring the center of mass of the product to the axis of rotation by changing the distribution of mass.

The science of balancing rotating products is voluminous and diverse. Particular attention in the installation of machines is given to balancing rotors, shafts and wheels for various purposes. There are methods of static balancing, dynamic balancing of rotors on machines and in their own bearings. A variety of rotors are balanced - from gyroscopes and grinding wheels to turbine rotors and ship crankshafts. A lot of devices, machine tools and devices have been created using the latest developments in the field of instrumentation and electronics for balancing different units.

For impellers, static balancing is applicable, since if the diameter of the wheel exceeds its width by more than five times, the remaining components (moment and dynamic) are small and can be neglected.

To balance the wheel, you need to - solve three problems:

- 1) we find the direction in which the center of gravity is located;
- 2) determine how many grams of counterweight are needed and at what radius they should be placed;
- 3) to balance the imbalance by adjusting the mass of the impeller.

Balancing on the prisms is carried out by a pronounced unbalance when the unbalanced mass creates an unbalanced force that overcomes rolling friction, and a hidden unbalance when the unbalanced force is insufficient to overcome the rolling friction.

A part with a pronounced imbalance is placed on the prisms so that the unbalanced mass G is in a horizontal plane passing through the axis of the disk (Fig. 2, a). A diametrically opposite G is placed such a load Q at which equilibrium occurs. The balance check is usually performed in 4 positions of the part (A, B, C, D). The balancing load is weighed and added to the disk or removed from the opposite side (if possible) by drilling, turning, anode-mechanical processing.

Roundabout method

With hidden imbalance, the disk circumference is divided into 8-12 parts (Fig. 2, b) are marked with numbers. Each point of division is placed in the plane aa alternately, attaching a weight G of such mass that the disk rotates the same degree (usually 10). Weights are weighed. The point where the load of the smallest mass is found indicates the place of the unbalanced mass. This point is transferred to the plane AA (for example, t. 4) and balance the opposite side with a mass of mass $G = G_8 - G_4$.

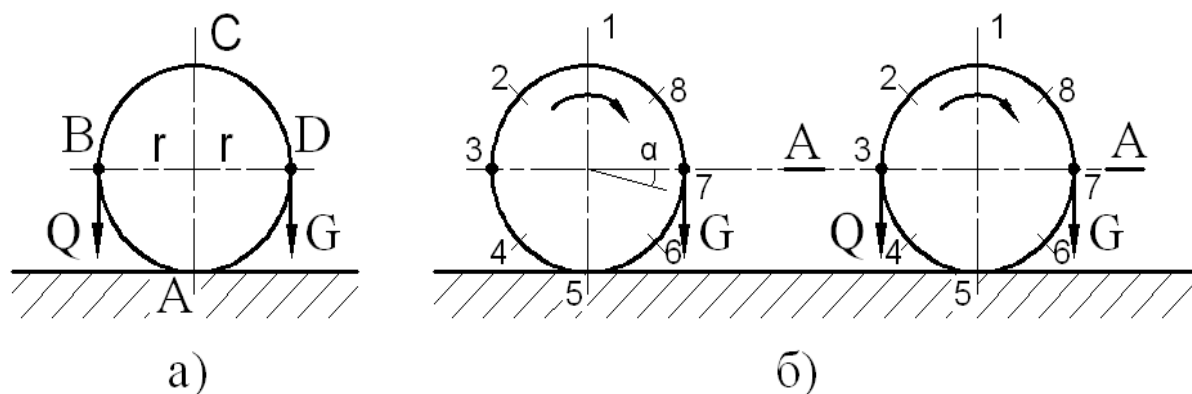


Figure 2 - Static balancing schemes

For balancing, magnetic or spring loads of different weights are used. The accuracy of balancing on prisms is the higher, the better their surface. The disadvantage of balancing on prisms is the impossibility of reconciling bodies with non-cylindrical generators or with a multi-stage profile. In this case, balancing is carried out on rollers, in centers or on scales.

Balancing scales for discs of small diameter are used of the vertical type, for large diameter - horizontal type (Fig. 3). At the right end of the rocker arm 1, part 3 is installed in the open bearings 2. The load is suspended on the left side. 4. If the center of gravity is shifted relative to the axis of rotation, then when weighing in different positions, the balance will give different readings. If the unbalanced mass is in position 1 and 3, the scale will show the actual mass, in position 2 - overstated, in position 4 - underestimated. Large diameter parts (fan wheels, traction pulleys, etc.) balance on a horizontal scale. The balancing technique is similar to vertical scales.

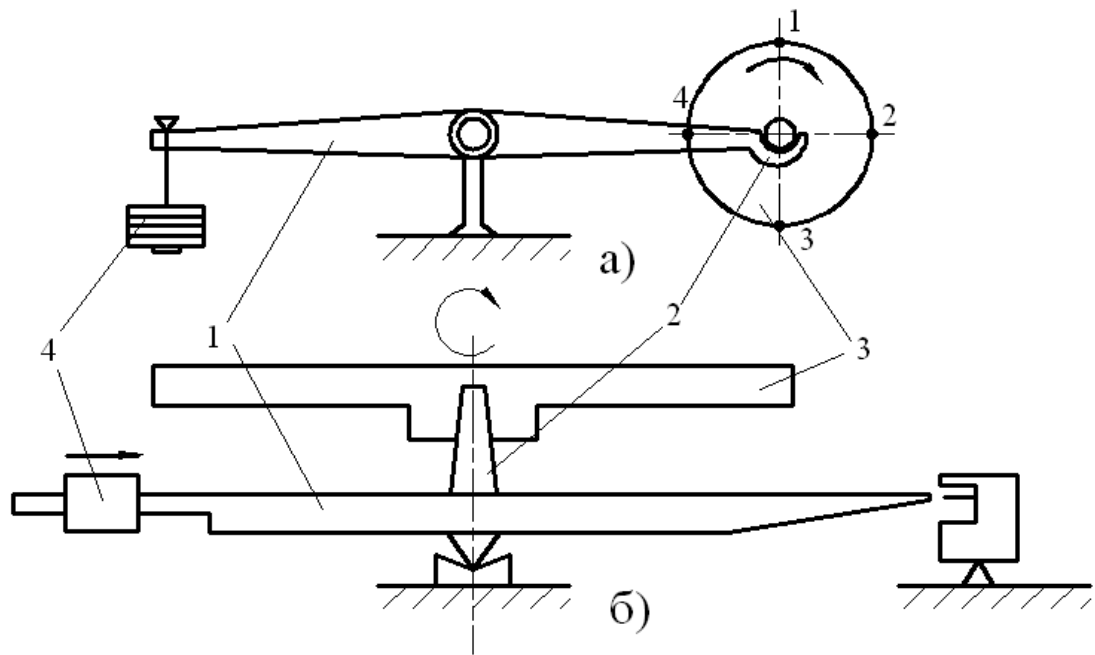


Figure 3 - Balance scales

Product imbalance is a vector quantity equal to the product of the local unbalanced mass m by the distance to the product axis or the product of the product weight by the distance from the product axis to the center of mass. Such a phenomenon as an imbalance appears in the process of manufacturing (restoration) of parts, assembly of units and assemblies and changes its quantitative value during operation and maintenance.

Ways to eliminate imbalance

After determining the place and magnitude of the imbalance, it must be eliminated. For fans and smoke exhausters, the imbalance is compensated by the counterweight, which is installed on the outside of the impeller disk. Most often, electric welding is used to secure the load. The same effect is achieved by removing metal in a "difficult" place on the impellers of the pumps (according to the requirements of TU, metal can be removed to a depth of not more than 1 mm in a sector of not more than 180°). At the same time, they try to correct the imbalance at the maximum radius, because with an increase in the distance from the axis, the influence of the mass of the metal being corrected on the wheel equilibrium increases.

Residual imbalance

After balancing the impeller, due to measurement errors and inaccuracies in the devices, the center of mass displacement, which is called the residual static imbalance, is maintained.

Static Balancing Devices

To find the place of imbalance help devices for static balancing. It is possible to make them yourself, they are simple and inexpensive. Let's consider some designs.

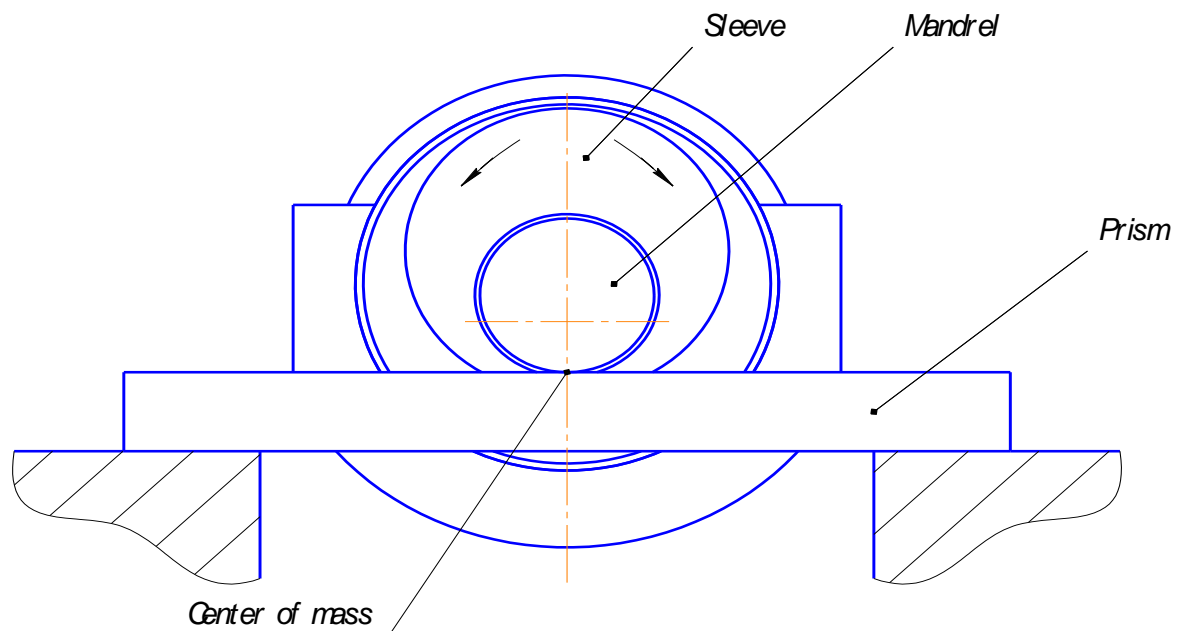


Figure 4 - Static balancing on parallel prisms

The simplest device for static balancing are knives, or prisms (Fig. 4), installed strictly horizontally and in parallel. Deviation from the horizon in the planes of the parallel and perpendicular axis of the wheel should not exceed 0.1 mm per 1 m. The “Exploration 0.01” level or the level of corresponding accuracy can serve as a means of verification. The wheel is put on a mandrel having polished supporting necks (a shaft can be used as a mandrel, having checked its accuracy in advance

If the wheel is allowed to roll freely over the knives, then after stopping, the center of mass of the wheel will occupy a position that does not coincide with the lower point due to rolling friction. When the wheel rotates in the opposite direction after stopping, it will take a different position. The middle position of the lower point corresponds to the true position of the center of mass. For static balancing, disk devices are often used (Fig. 5). They do not require precise horizontal installation, like knives,

and rotors with different diameters of trunnions can be installed on disks (rollers). The accuracy of determining the center of mass is less due to additional friction in the roller bearings.

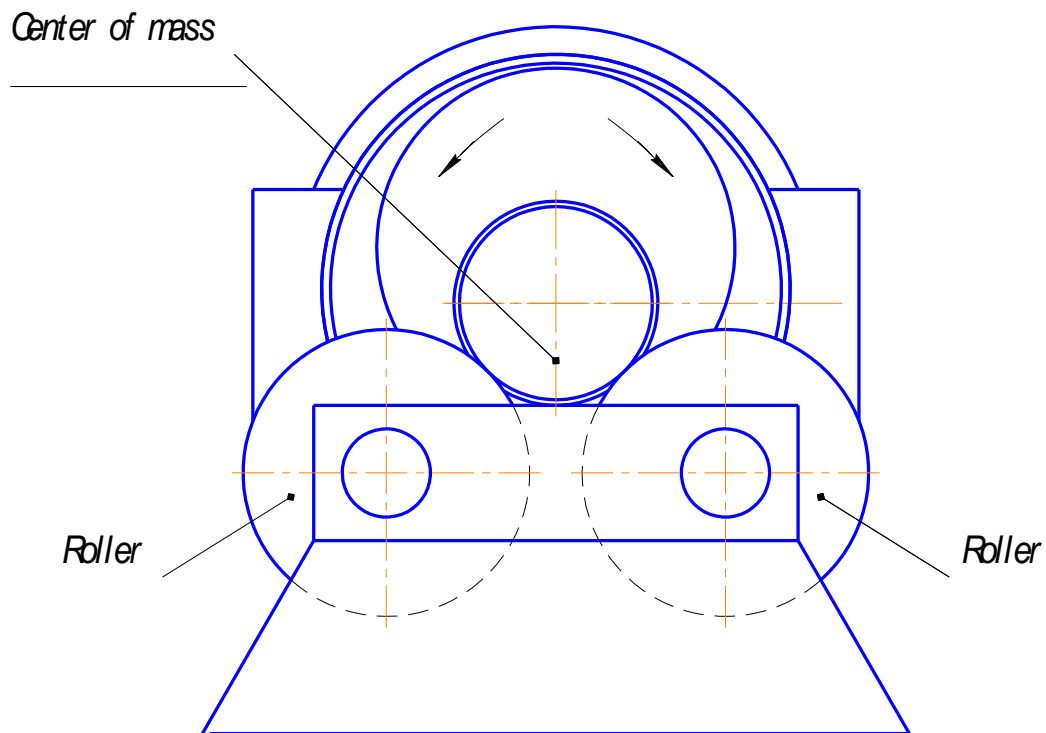


Figure 5 - Static balancing on disk devices

Applied devices for the static balancing of rotors in their own bearings. To reduce friction in them, which determines the accuracy of balancing, vibration of the base or rotation of the outer rings of the thrust bearings in different directions is used.

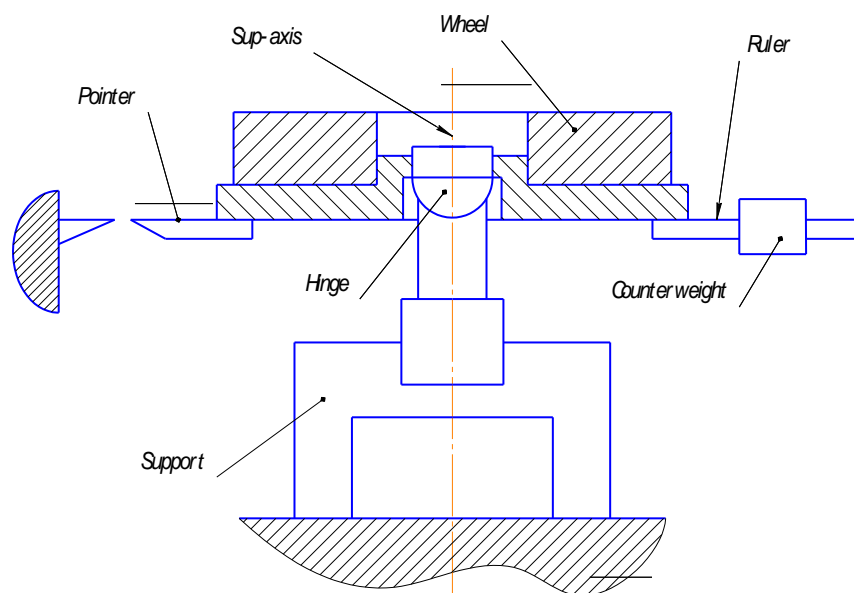


Figure 6 - Balance Scales

The most accurate and at the same time complex device for static balancing are balancing scales (Fig. 6). The design of the scales for impellers is shown in the figure. The wheel is mounted on the mandrel along the axis of the hinge, which can swing in one plane. When the wheel is rotated around the axis in various positions, it is balanced by a counterweight, the magnitude of which finds the place and imbalance of the wheel.

Static Balancing Methods

The amount of imbalance, or the number of grams of the corrective mass, is determined by the following methods.

1. selection method - installation of a counterweight at a point opposite the center of masses achieve equilibrium of the wheel in any position;
2. the trial mass method M_n - M_n is set at right angles to the “heavy point”, while the rotor rotates through angle j .

The corrective mass is calculated by the formula:

$$M_k = M_n \cdot \text{ctg} j \quad (4)$$

or determined by a nomogram (Fig. 7): through a point corresponding to the test mass on the scale M_n and a point corresponding to the angle of deviation from the vertical j , draw a straight line, the intersection of which with the axis M_k gives the value of the correction mass.

As a test mass, you can use magnets or plasticine.

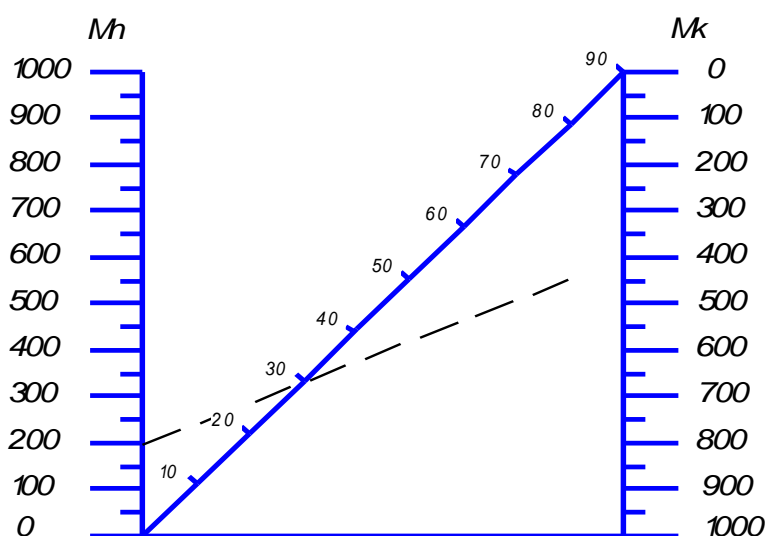


Figure 7 - Determination of the imbalance value by nomogram

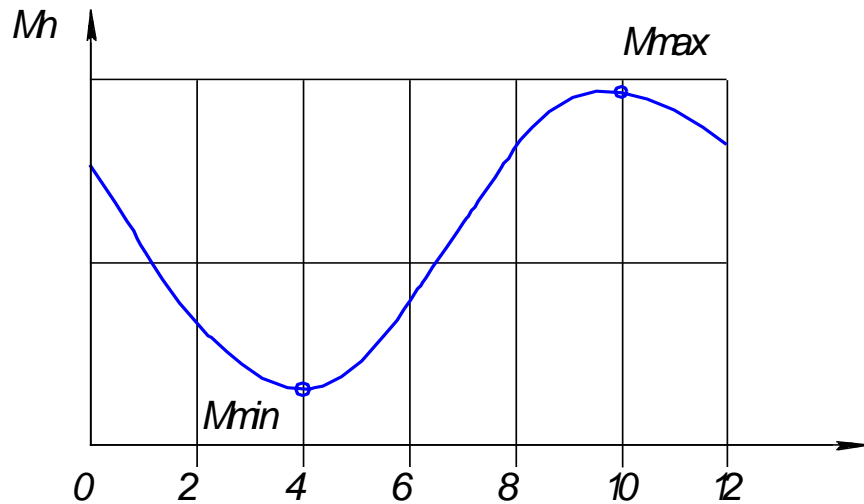


Figure 8 - Determining the amount of unbalance in the diagram

3. The roundabout method is the most detailed and most accurate, but also the most time-consuming. It is also applicable to heavy wheels, where large friction prevents accurate determination of the place of imbalance. The rotor surface is divided into twelve or more equal parts and a trial mass M_n is selected at each point sequentially, which drives the rotor. According to the data obtained, a diagram is constructed (Fig. 8) of the dependence of M_n on the position of the rotor. The maximum curve corresponds to the "easy" place where you need to set the corrective mass:

$$M_k = (M_{kmax} + M_{kmin}) / 2 \quad (5)$$

Of all the devices for static balancing, the balance gives the most accurate result, but this device is the most complicated. The roller device, although more complicated than parallel prisms in manufacturing, is simpler to operate and gives the result not much worse.

Quality control of static balancing is as follows. Imbalance Q is considered practically acceptable, which at normal speed of rotation of the disk gives an unbalanced centrifugal force not exceeding 4-5% of the weight G of the disk. Therefore, the equation will be fair

$$m \cdot \rho \cdot \left| \frac{\pi \cdot n}{30} \right| = 0,045 \cdot G \quad , \quad (6)$$

where G is the weight of the part, N;

ρ is the radius of action of the unbalanced mass relative to the axis of rotation, m;

n - rotation frequency, min^{-1} .

From the expression (6) determine the unbalanced allowable mass according to the formula

$$m = \frac{40 \cdot G}{n^2 \cdot \rho}, \text{ кг} \quad (7)$$

In case of exceeding the unbalanced permissible mass, it is necessary to find constructive ways to reduce it.

1.1.3. Dynamic balancing

Dynamic balancing is carried out in such basic ways as the method of maximum marks, the method of bypassing the test load, using balancing machines.

The method of maximum marks. With this method, each side of the part is balanced separately. For example, one side of the shaft is made movable, and the opposite is fixed (Fig. 9).

Balancing is carried out as follows:

1. Determine on the shaft 1 the circumference of the balancing load. Shaft 1 Rotate with a resonant speed when the shaft speed coincides with the frequency of free vibrations of the shaft-bearing-bearing system. At a resonant frequency of rotation,

the amplitude of oscillations of the free end of the shaft will be maximum (Fig. 9, a).

2. Measure the maximum amplitude of oscillations of the free end of the shaft using a meter 4.

3. Mark the area of the cylindrical surface of the shaft with a marker 5. For this, the area near the movable neck of the shaft (I) is whitened with chalk dissolved in

7. Rotate the shaft and at the resonant speed make the second mark c. Measure the vibration amplitude of the support I. Take point c to circle 1, get point c '.

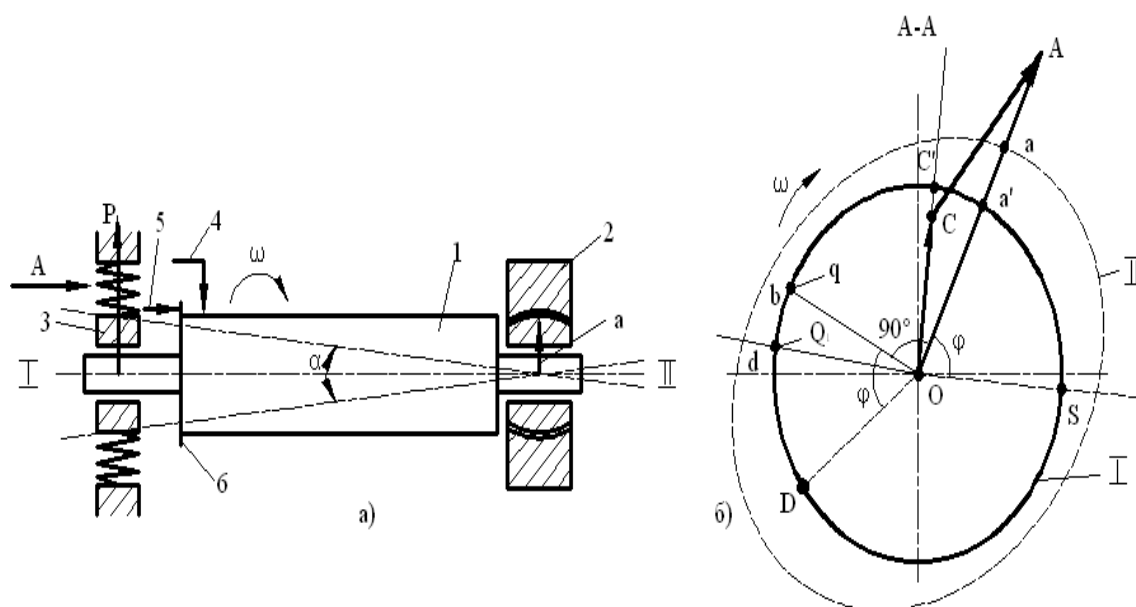


Figure 9 - Dynamic balancing scheme

128

9. The triangle of SLA can be considered as a triangle of forces causing vibration of the bearing with certain amplitudes.

10. The value of the necessary balancing load Q_1 is found from the expression

$$\frac{Q_1}{q} = \frac{OA}{AC} \text{ откуда } Q_1 = \frac{q \cdot OA}{AC}, \quad (8)$$

11. To determine the location of the balancing load Q_1 from the center of the axis of rotation of the shaft O spend a radius OD parallel to the vector AC. Point D will be the point of greatest deflection of the shaft under the action of the centrifugal force of the test balancing load q , and the angle φ determines the delay of the largest swing of the deviation from the direction of the centrifugal force due to the inertia of the moving system.

12. The angle φ depends mainly on the shaft speed ω . Since ω is constant during rotation, the angle φ will also be constant. Therefore, setting aside the angle from the radius OA in the direction of rotation of the shaft, we obtain the radius OS, which determines the direction of the centrifugal force caused by shaft imbalance.

13. The position of the balancing load Q_1 is determined at the point d, which is obtained when crossing on the other side of the circumference of the line passing through OS.

14. Having attached the found load Q_1 to the places at point d, they proceed to balancing the second end of the shaft, determining the necessary mass of the cargo Q_2 .

15. Release both ends of the shaft and rotate for inspection. If slight vibration is observed, then from the opposite sides on which weights Q_1 and Q_2 are fixed to improve balancing, additional weights q_1 and q_2 are fixed (at an angle of 180 to Q_1 and Q_2). The mass of goods is determined empirically. They are either screwed, or riveted, or screwed. Instead of increasing the mass of light sections of the shaft, it is possible to reduce the mass of heavy sections by drilling, chipping, grinding, anodic machining, etc.

A way to bypass the test load. This method is more reliable than the maximum marking method, but it requires significantly more time for balancing. In this case, each end of the shaft is also balanced separately.

1. The shaft circumference is divided into 8 to 12 parts. Points are marked with serial numbers (Fig. 10).
2. After that, the oscillation amplitudes are measured at resonant revolutions without balancing load.
3. Then, at each point, a load q of the same known mass is attached and the oscillation amplitudes with a load q are measured.
4. Determine the point at which the amplitude will be the largest. Therefore, inertia forces will act in this direction.
5. Opposite the direction of inertia forces, a balancing load Q_1 is installed on the shaft, the mass of which is determined by trial.
6. With a pronounced imbalance, when the inertia forces exceed the elastic forces of the suspension springs of the shaft end, the additional load can be omitted, focusing on the oscillation amplitudes during rotation of the shaft.

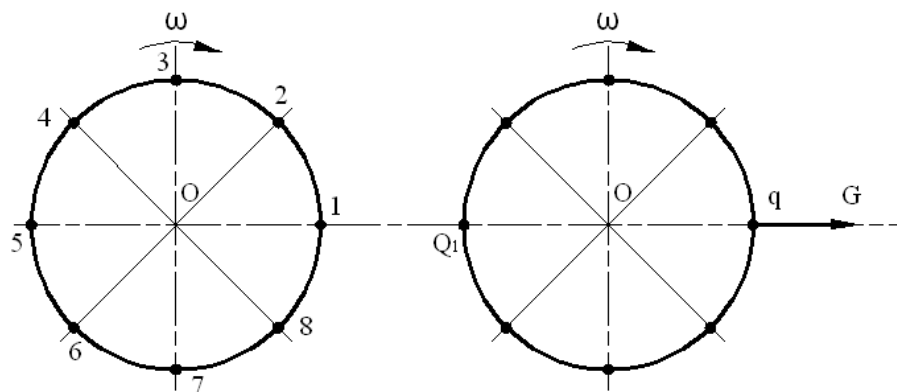


Figure 10 - Scheme of balancing bypass load

It should be noted that the main disadvantage of static balancing is the need to obtain a low coefficient of friction at high loads from the weight of the impellers. Improving the accuracy and efficiency of balancing pumps, exhaust fans and fans in the mining industry can be achieved by dynamic balancing of rotors on machines and in their own bearings.

The work of rotating mechanisms. Reliable and proper operation of rotating mechanisms depends on a large number of factors: such as alignment of the unit shafts; condition of bearings, their lubrication, landing on the shaft and in the housing; wear of

housings and seals; gaps in the flowing part; stuffing box production; radial battle and shaft deflection; imbalance of the impeller and rotor; pipeline suspension; serviceability of check valves; condition of frames, foundations, anchor bolts and much more. Very often, a missed small defect, like a snowball pulling others along, and as a result, equipment failure. Only taking into account all the factors, accurately diagnosing them in a timely manner, and observing the requirements of technical specifications for the repair of rotating mechanisms, it is possible to achieve trouble-free operation of the units, provide the specified operating parameters, increase the overhaul life, and reduce the level of vibration and noise.

Currently, continuous work is underway to reduce material costs for repairs, improve repair technologies, modernize equipment designs, the requirements for repaired equipment and rationalize proposals to improve the quality and reduce the complexity of repairs.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--

	ТПУ	4A00055		4AM81
--	-----	---------	--	-------

--	--	--	--	--

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ
на технологический процесс
механической обработки

Проверил Ефременков Е.А.

Разработал студент группы 4AM81 Талайбеков А.Т.

Акт № Дата 06

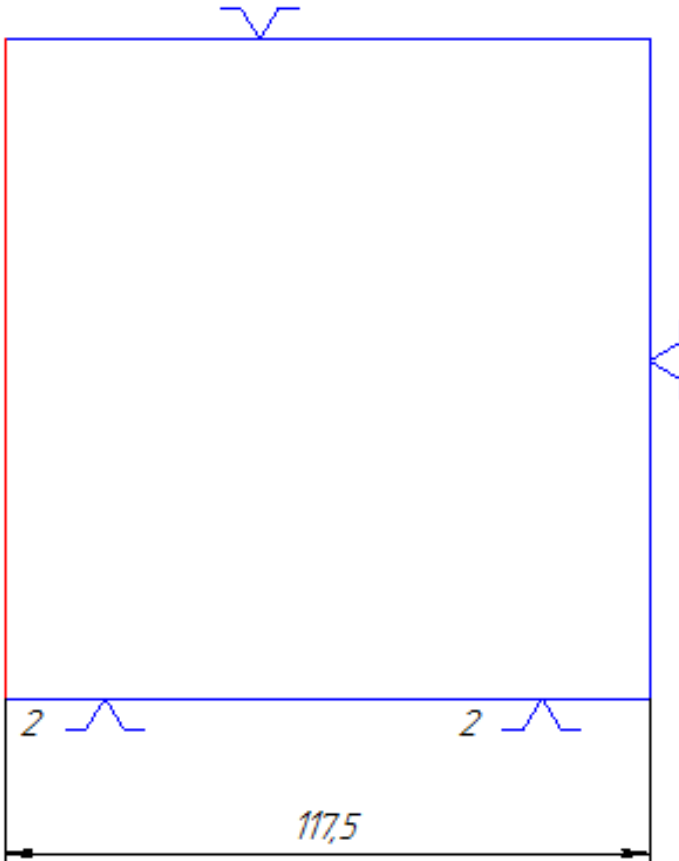
ТЛ

										ГОСТ 3.1118-82			Форма 1				
													3	1			
Разраб.		Талайбеков А.Т.							ТПУ		4A00055.BKP				4AM81		
Пров.		Ефременков Е.А.															
									Фланец								
Н. контр.																	
M01																	
M02		Код		ЕВ	МД	ЕН	Н. расх.	КИМ	Код загот.	Профиль и размеры						КД	МЗ
				кг	0.0244			0.23		Проток Ø22×80						1	0.01046
А		Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции				Обозначение документа							
Б		Код, наименование оборудования				СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.	
А 03		005 Отрезная операция															
Б 04		Дисково-отрезной станок KTC-150SP															
05																	
А06		010 Токарная															
Б07		Токарный обрабатывающий центр															
Б08		Okuma LB 3000 EX															
09																	
А10		015 Токарная															
Б11		Токарный обрабатывающий центр															
Б12		Okuma LB 3000 EX															
13																	
МК															1		

										ГОСТ 3.1118-82		Форма 1а				
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
												2				
										4A00055.ВКР			4AM81			
А	Цех	Уч.	РМ	Опер	Код, наименование операции					Обозначение документа						
Б	Код, наименование оборудования					СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт.	Тп.з.	Тшт-к.
A01	020Фрезерная															
B02	Вертикальный обрабатывающий центр															
B03	ФС50МФЗ															
04																
A05	025 Токарная															
B06	Токарный обрабатывающий центр															
B07	Okuma LB 3000 EX															
08																
A09	030Фрезерная															
B10	Вертикальный обрабатывающий центр															
B11	ФС50МФЗ															
12																
A13	035Круглошлифовальная															
14	Станок кругло шлифовальный с ЧПУ 3В130Ф4															
15																
МК															2	

135

				ГОСТ 3.11105-84				Форма 7		
Дубл.										
Взам.										
Подл.										
								1	1	
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A00055.BKP		4AM81			
Консульт.	Ефременков Е.А.									
				Фланец						005
Н. контр.										



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												1	1		
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A00055.ВКР						4AM81				
Консульт.	Ефременков Е.А.														
				Фланец								1	1	1	005
Н. контр.															
Наименование операции			Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ	
Заготовительная			Сталь 40X ГОСТ 4543-71		17 HRC ₃		кг		Прокат Ø120×117,5					1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ						
Дисково-отрезной станок КТС-150SP					1,28 мин	1 мин	28,6 мин	3,97 мин							
Р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	V			
O0	А. Установить и закрепить заготовку в призму														
O0	Базы: Торец и наружный диаметр.														
T03	Призма опорная ГОСТ 12195-66.														
O0	1. Отрезать заготовку, выдержав размер 117,5 мм.														
T05	Диск с твердосплавными зубьями Ø 460 x 2,7														
T06	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89.														
P07				120	117,5	2,7	1	2	60	86,7					
08															
09															
10															
11															
12															
OK												5			

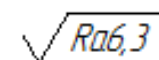
КЭ

6

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3			
Дубл.																
Взам.																
Подл.																
													2	1		
Разраб.	Талайбеков А.Т.					ТПУ	4A00055						4AM81			
Консульт.	Ефременков Е.А.															
					Фланец								1	1	1	01 0
Н. контр.																
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Токарная				Сталь 40X ГОСТ 4543-71			17 HRC ₃		кг	2,44				10,46		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 EX							1,14 мин	2,4 мин	26 мин	3,89 мин	3% Эмулькат ТУ 0258-088- 05744685-96					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	s	n		V		
O0	А. Установить и закрепить заготовку в патрон															
O0	База: Наружный диаметр и торец.															
T03	Патрон трехкулачковый 7102-0059-3-1 ГОСТ 24351-80															
O0	1.Подрезать торец в размер 115 мм															
T05	Резцедержатель радиальный DIN69880 B6.309.36.20															
T06	Резец 2102-4035 PCLNR2525M16															
T07	Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412															
T08	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89															
P09	2,5 1 0,8 287 108															
O1	2. Точить поверхность Ø95 в размер 39 мм,															
O1	Ø86h9 в размер 37 мм, точить фаску 1,6×45°															
T12	Резцедержатель радиальный DIN69880 B6.309.36.20															
T13	Резец 2102-4035 PCLNR2525M16															
OK														7		

										ГОСТ 3.1105-84			Форма 2		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
														2	
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A00055						4AM81				
Консульт.	Ефременков Е.А.														
				Фланец								1	1	1	010
Н. контр.															
Р					ПИ	D или B		L	t	i	s	n		V	
T01	Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412														
T02	Скоба Ø85h9 ГОСТ 18360 – 93														
T03	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89														
P04	331354105														
O0	3. Точить канавку шириной 5 мм в размер Ø84														
T06	Резцедержатель радиальный DIN69880 B3.409.34.25														
P07	Резец 2130-4018 CLCBR2525M4														
O0	Пластина T15K6 TSC4 TT720														
T09	Шаблон 5														
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89														
11	510,2516204														
12															
13															
14															
15															
16															
OK														8	

				Фланец	015
Н. контр.					

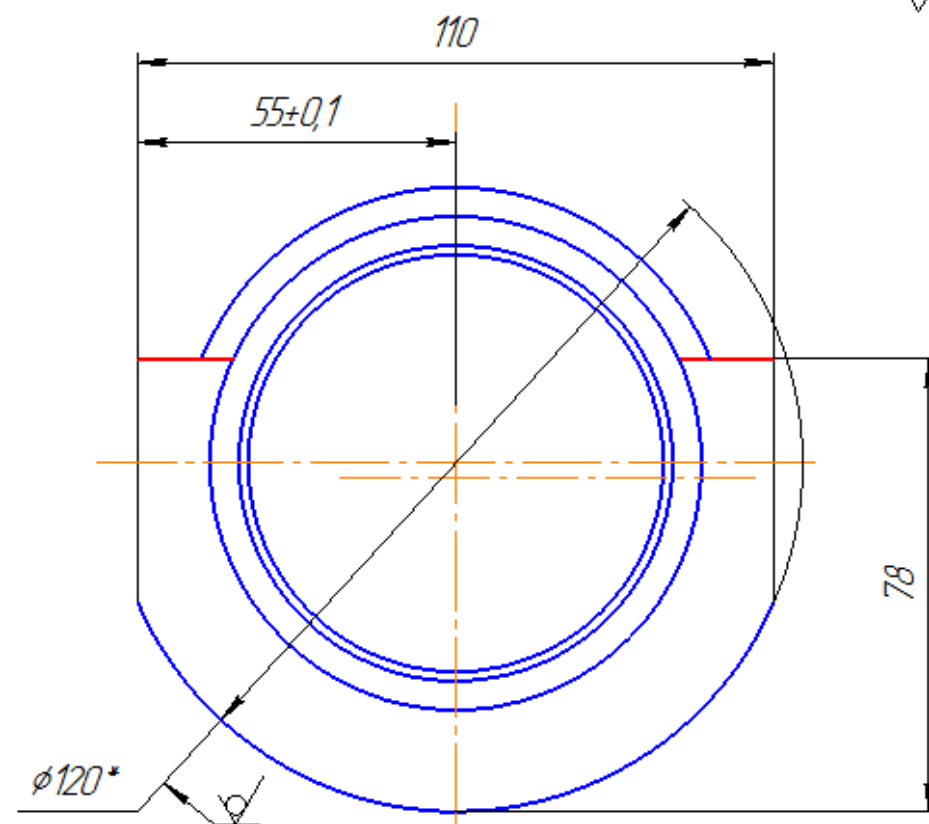
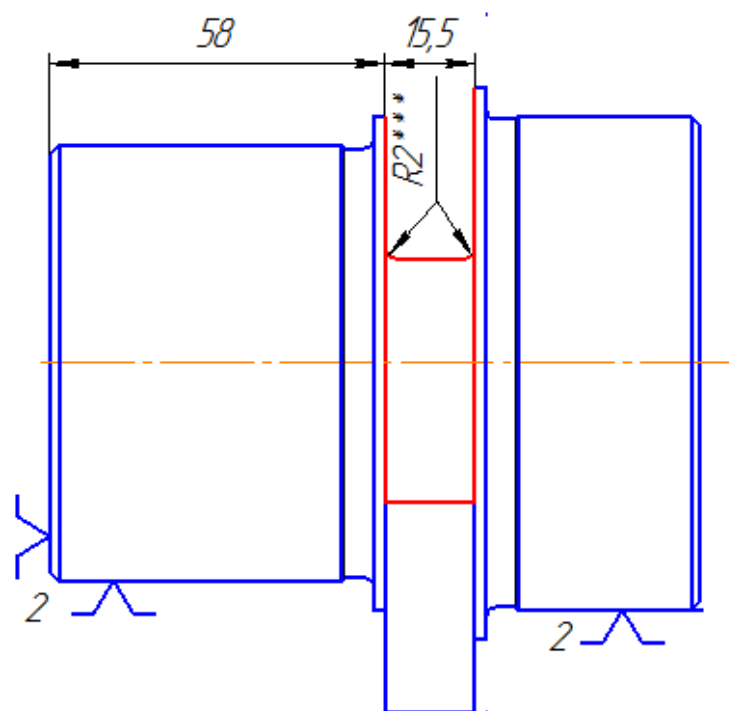


										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												2	1	
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A0005				4AM81					
Консульт.	Ефременков Е.А.													
				Фланец							1	1	1	015
Н. контр.														
Наименование операции			Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Токарная			Сталь 40X ГОСТ 4543-71		17HRC ₃		кг	2,44				10,46		1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Токарный обрабатывающий центр Okuma I.B 3000 FX					1,31 мин	2,1 мин	26 мин	3,75 мин	3% Эмульгат ТУ 0258-088-05744685-96					
Р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	V		
O01	А. Установить и закрепить заготовку в патрон													
O02	База: Наружный диаметр и торец.													
T03	Патрон трехкулачковый 7102-0059-3-1 ГОСТ 24351-80													
O04	1. Подрезать торец в размер 112,5 мм													
T05	Резцедержатель радиальный DIN69880 B6.309.36.20													
T06	Резец 2102-4035 PCLNR2525M16													
T07	Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412													
T08	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89													
P09	2,5 1 0,8 287 108													
O10	2. Точить поверхность Ø85 в размер 58 мм, Ø76h9 в размер 56 мм,													
O11	точить фаску 1,6x45°													
T12	Резцедержатель радиальный DIN69880 B6.309.36.20													
T13	Резец 2102-4035 PCLNR2525M16													
OK													10	

						ГОСТ 3.1105-84			Форма 2				
Дубл.													
Взам.													
Подл.													
										2			
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A00055				4AM81				
Консульт.	Ефременков Е.А.												
				Фланец						1	1	1	01 5
Н. контр.													
Р					ПИ	Д или В	L	t	i	S	n	V	
T01	Пластина T5K10 051243-160412 CNMM-160412												
T02	Скоба Ø76h9 ГОСТ 18360 – 93												
T03	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{-0,1} ГОСТ 166-89												
P04	3 3 1 279 105												
O05	3. Точить канавку шириной 5 мм в размер Ø74												
T06	Резцедержатель радиальный DIN69880 B3.409.34.25												
P07	Резец 2130-4018 CLCBR2525M4												
O08	Пластина T15K6 TSC4 TT720												
T09	Шаблон 5												
T10	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{-0,1} ГОСТ 166-89												
11	5 1 0,2 516 204												
12													
13													
14													
15													
OK											11		

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

							1	1
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	.4A00055		4AM81	
Консульт.	Ефременков Е.А.							
				Фланец				020
Н. контр.								



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
													1	1
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A0005						4AM81			
Консульт.	Ефременков Е.А.													
				Фланец							1	1	1	02 0
Н. контр.														
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ
Фрезерная			Сталь 40X ГОСТ 4543-71			17HRC ₃		кг	2,44				10,46	1
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ			
Вертикальный обрабатывающий центр ФС50МФЗ						10,15мин	3,1 мин		28,5 мин	15,11 мин				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	s	n	V	
O01	А. Установить и закрепить заготовку в приспособление													
O02	База: По торцу и двум призмам.													
T03	Приспособление фрезерное													
O04	1. Фрезеровать лыски в размер 110 мм													
T05	Sandvikcoromant Оправка 301 82014C6													
T06	Фреза R331.32-250Q60KM													
T07	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89													
P08									5	2	1,6	630	78,5	
O09	2.Фрезеровать паз шириной 15,5 мм в размер 78 мм													
T10	SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090													
T11	Фреза концевая R216.35-25030-BC45B													
T12	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89;													
P13									5	1	0,3	630	49,5	
OK														13

The technical drawing consists of two views of a mechanical part:

- Left View (Cross-section):** Shows a profile with a total width of 112.5 and a central hole with a diameter of $\phi 60$. The hole is offset from the right edge by 52. The part has a total height of 78. The left side is hatched, and the right side is white. There are blue dimension lines and red hatching lines.
- Right View (Top View):** Shows a circular cross-section with a diameter of $\phi 120^*$. The outer diameter is 110, and the inner diameter is 55 ± 0.1 . The part is centered on a horizontal axis, with a vertical axis also shown. The part is hatched, and the center is marked with a crosshair.

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												1	1	
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A0005						4AM81			
Консульт.	Ефременков Е.А.													
				Фланец							1	1	1	02 5
Н. контр.														
Наименование операции			Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Токарная			Сталь 40X ГОСТ 4543-71		17HRC ₃		кг	2,44				10,46	1	
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Токарный обрабатывающий центр Okuma LB 3000 FX					1,37 мин	2,1 мин	26 мин	3,82 мин	3% Эмулькат ТУ 0258-088- 05744685-96					
Р				ПИ	D или B		L	t	i	s	n	V		
O01	А. Установить и закрепить заготовку в патрон													
O02	База: Наружный диаметр и торец.													
T03	Приспособление токарное													
O04	1. Сверлить отверстие Ø25H14 в размер 52мм													
T05	SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090													
T06	Сверло R411/5-25034 D25.00													
P07								12,5	1	0,18	469	36,6		
O08	2. Расточить отверстие Ø60 в размер 52мм													
T09	Sandvikcoromantдержавка A25 T- 3225 PCLNR													
T10	Резец CXS-04T098-15-4225R пластина CNMG 12.24.24													
T11	Штангенциркуль ШЦ-I-125 _{0,1} ГОСТ 166-89													
P12								3	6	1	630	105		
13														
OK												15		

										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												2	1	
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	4A0005						4AM81			
Консульт.	Ефременков Е.А.													
				Фланец							1	1	1	03 0
Н. контр.														
Наименование операции		Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Фрезерная		Сталь 40X ГОСТ 4543-71			17HRC ₃		кг	2,44				10,46		1
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы			То	Тв		Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Вертикальный обрабатывающий центр ФС50МФЗ					14,73мин	3,9 мин		28,5 мин	21,24 мин					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	s	n	V	
O01	А. Установить и закрепить заготовку в приспособление													
O02	База: По торцу и призмам.													
T03	Приспособление сверлильно-фрезерное													
O04	1. Сверлить отверстие Ø20H14 на проход													
T05	SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090													
T06	Сверло R411/5-25034 D25.00													
P07									12,5	1	0,18	469	36,6	
O08	2. Зенкеровать отверстие Ø34H12 на проход													
T09	SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090													
T10	Зенкер 34													
P11									4,5	1	0,9	386	41,2	
O12	3.1 Черновое развертывание отверстия Ø34,8 на проход													
T13	SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090													
OK													17	

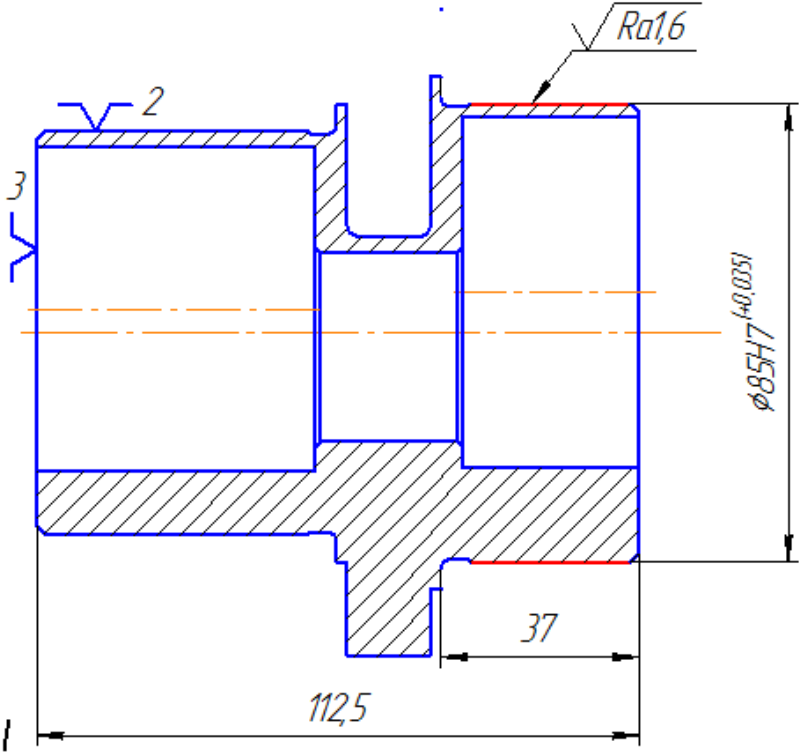
										ГОСТ 3.1105-84			Форма 2												
														2											
Разраб.		Талайбеков А.Т.						ТПУ		4A00055				4AM81											
Консульт.		Ефременков Е.А.																							
								Фланец		1		1		1		03 0									
Н. контр.																									
Р								ПИ		D или B		L		t		i		S		n		V			
T01		Развертка 34,8																							
P02														0,4		1		1,2		400		43,7			
O03		3.2 Чистовое развертывание отверстия Ø35H8 на проход																							
T04		SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090																							
T05		Развертка 35H8																							
T06		Пробка ПР-НЕ 38H8 ГОСТ 7157-79																							
P07														0,1		1		0,9		400		44			
O08		4. Расфрезеровать отверстие Ø65 глубиной 33мм																							
T09		SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090																							
T10		Фреза 20																							
T11		Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89																							
P12														15		1		0,3		630		49,5			
O13		Фрезеровать 2 фаски в размер 1×45°																							
T14		SandvikcoromantОправка C6-391.21-25 090 Фреза 20																							
T15		Щаблон																							
P16														1		2		0,64		400		25,1			
OK														18											

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

			1	1

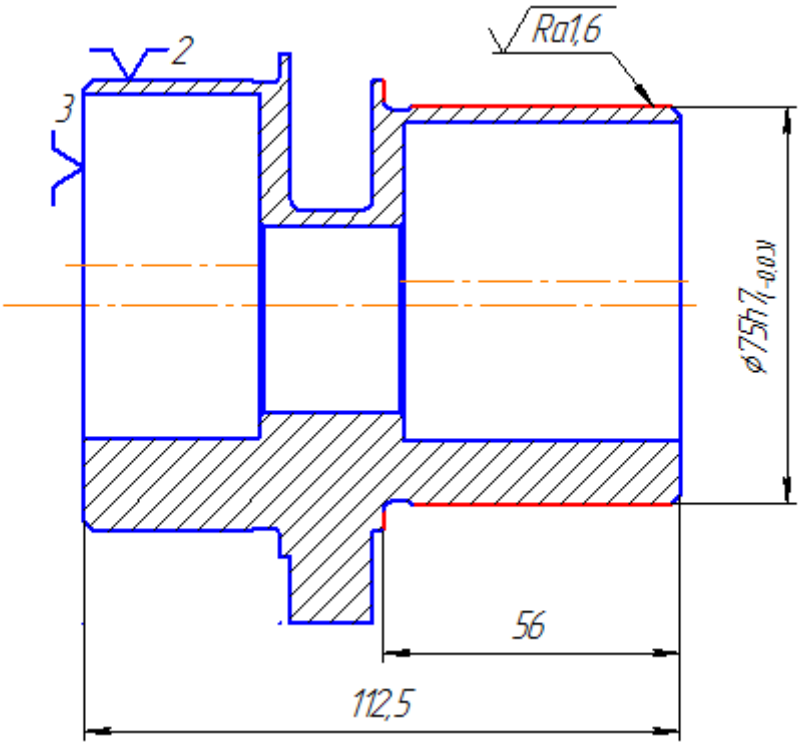
Разраб.	Талайбеков А.Т.		
Консульт.	Ефременков Е.А.		
Н. контр.			

ТПУ	.4A00055		4AM81
Фланец			035



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
												2	1		
Разраб.	Талайбеков А.Т.				ТПУ	4A0005						4AM81			
Консульт.	Ефременков Е.А.														
					Фланец							1	1	1	03 5
Н. контр.															
Наименование операции				Материал		Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ		КОИ
Круглошлифовальная				Сталь 40X ГОСТ 4543-71		17HRC ₃		кг	2,44				10,46		1
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ					
Станок кругло шлифовальный с ЧПУ 3В130Ф4						5,6 мин	1,7 мин	24 мин	8,1 мин	3% Эмулькат ТУ 0258-088- 05744685-96					
Р				ПИ	D или B		L		t	i	s	n	V		
001	А. Установить и закрепить заготовку в патрон														
002	База: Наружный диаметр и торец.														
Т03	Патрон трехкулачковый 7102-0059-3-1 ГОСТ 24351-80														
004	1. Шлифовать поверхность Ø85h7 в размер 37 мм														
Т05	Круг ПП 500x50x305 25A 10 L 7 V32/2 W13 ГОСТ 2424-83														
Т06	Скоба ПР-НЕ Ø85h7 ГОСТ 18360 – 93														
Р07								0,005	2	0,2	200	30			
Р08								0,01	1	0,12	200	30			
09															
10															
11															
12															
13															
OK														20	

										ГОСТ 3.11105-84			Форма 7	
Дубл.														
Взам.														
Подл.														
												1	1	
Разраб.	Талайбеков А.Т.			ТПУ	.4A00055					4AM81				
Консульт.	Ефременков Е.А.													
				Фланец									040	
Н. контр.														



										ГОСТ 3.1404-86			Форма 3		
Дубл.															
Взам.															
Подл.															
													2	1	
Разраб.	Талайбеков А.Т.					ТПУ	4A0005						4AM81		
Консульт.	Ефременков Е.А.														
						Фланец						1	1	1	03 5
Н. контр.															
Наименование операции				Материал			Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИ	
Круглошлифовальная				Сталь 40X ГОСТ 4543-71			17HRC ₃	кг	2,44				10,46	1	
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			То	Тв	Тп.з.	Тшт.	СОЖ				
Станок кругло шлифовальный с ЧПУ ЗВ130Ф4							3,52 мин	1,7 мин	24 мин	5,79 мин	3% Эмулькат ТУ 0258-088- 05744685-96				
Р				ПИ	D или B		L		t	i	s	n	V		
001	А. Установить и закрепить заготовку в патрон														
002	База: Наружный диаметр и торец.														
Т03	Патрон трехкулачковый 7102-0059-3-1 ГОСТ 24351-80														
004	1 Шлифовать поверхность Ø75h7 в размер 56 мм														
Т05	Круг ПП 500x50x305 25A 10 L 7 V32/2 W13 ГОСТ 2424-83														
Т06	Скоба ПР-НЕ Ø75h7 ГОСТ 18360 – 93														
Р07								0,005	2	0,22	200	30			
Р08								0,01	1	0,13	200	30			
09															
10															
11															
12															
13															
OK													22		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

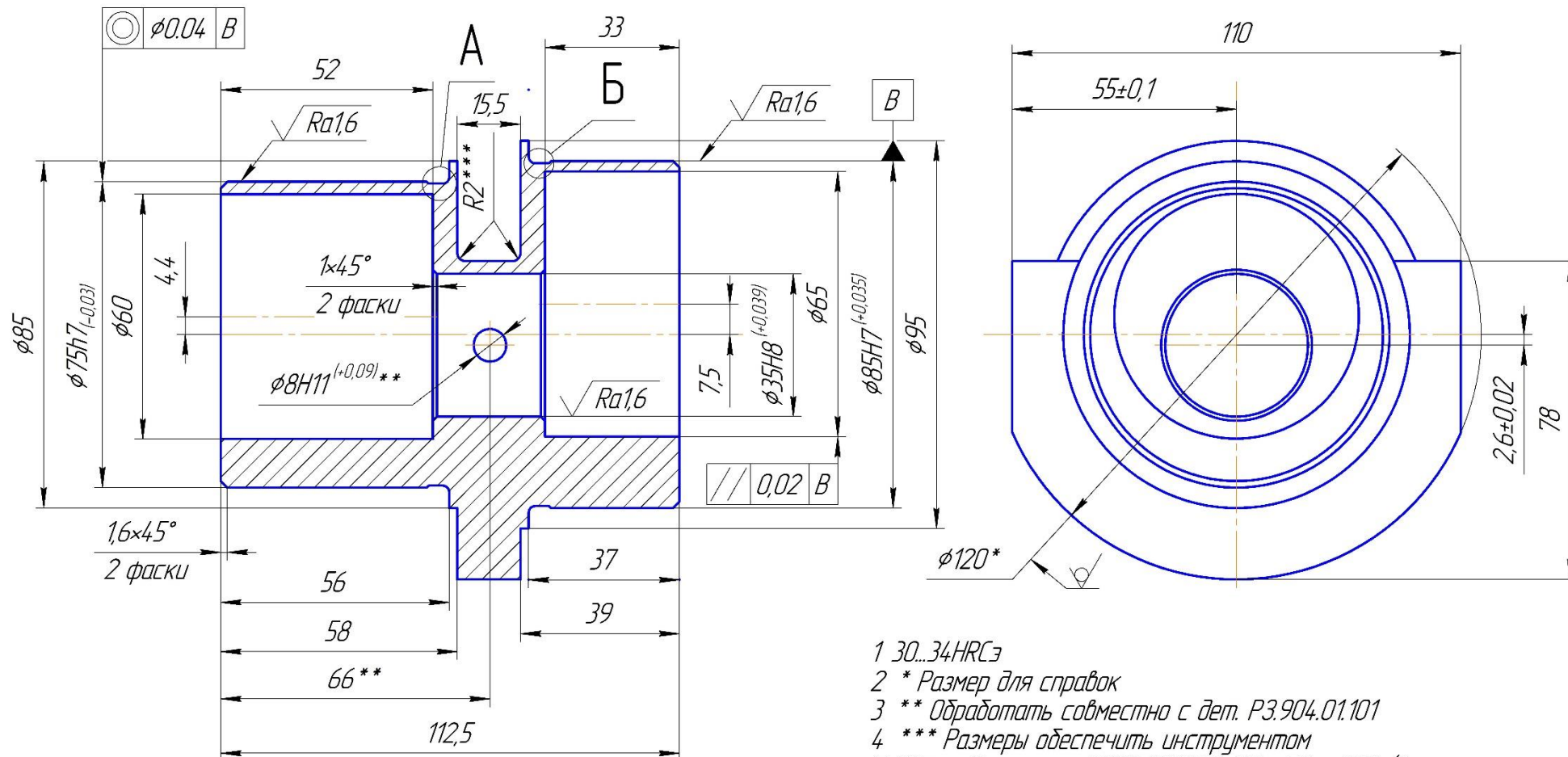
Инд. № ауд.

Взам. инд. №

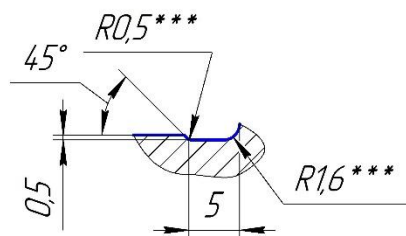
Подп. и дата

Инд. № подл.

✓ Ra6,3 (✓)



A, Б (2:1)



- 1 30...34HRCз
- 2 * Размер для справок
- 3 ** Обработать совместно с дет. РЗ.904.01.101
- 4 *** Размеры обеспечить инструментом
- 5 Общие допуски по ГОСТ 30893.1: H14; h14; ±IT14/2
- 6 Общие допуски формы и расположения - ГОСТ 30893.2-К

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Втулка		
Разраб.	Талайбеков А.Т.	Пров.	Ефременков Е.А.	Т.контр.			
Н.контр.					120-В ГОСТ 2590-88 Круг 40Х-1-Т ГОСТ 4543-71		
Утв.							
					Лит.	Масса	Масштаб
							1
					Лист	Листов	1

Копировал

Формат А3