

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных  
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на Технологический процесс изготовления калибра  
тему \_\_\_\_\_

Обучающийся

А. В. Колесников

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д. А. Расторгуев

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент И.В. Резникова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023

## Аннотация

Тема выпускной квалификационной работы - «Технологический процесса изготовления калибра». Данная тема является актуальной, так как применяемый технологический процесс можно усовершенствовать, тем самым, снизить его стоимость. Особенно в сегодняшних условиях рыночных отношений. Объект исследования - технологический процесс изготовления калибра. Предмет исследования - калибр. Цель работы состоит в том, чтобы усовершенствовать технологию изготовления калибра, при этом сократив финансовые затраты на его изготовление и время, необходимое для его производства.

Объем пояснительной записки работы составляет 80 страниц, графической части 8 листов А1, 2 листа А4, 4 листа А3 и 2листа А2.

Первый раздел работы содержит анализ основных исходных данных и описание применяемого оборудования, технологической оснастки, оправки для фрезы. Также, в этом разделе были выявлены недостатки применяемого технологического процесса. На основании этих недостатков формулируются задачи и цель работы, а также методы совершенствования технологического процесса. Второй раздел работы содержит решение задач, направленных на совершенствование применяемого технологического процесса, замену оборудования, расчет режимов резания, нормирование технологических операций в проектируемом варианте. Третий раздел работы содержит расчет усилий зажима, совершенствование применяемой технологической оснастки, проектирование станочного приспособления, расчет погрешности установки заготовки в станочном приспособлении. Четвертый раздел работы содержит комплексное решение задач обеспечения производственной, пожарной и экологической безопасности. В пятом разделе проведены экономические расчеты для базового и проектируемого вариантов, определен срок окупаемости проекта, рассчитана экономическая выгода от усовершенствования технологического процесса.

## **Abstract**

The title of the graduation work is «Improvement of technological process of manufacturing the front headlight caliber for LADA GRANTA».

The graduation work consists of an explanatory note on 80 pages, introduction, five parts, conclusions, tables, the list of references, including foreign sources and appendices, and the graphic part on 8 sheets of A1 format and 1 sheet of A3 format.

The key issue of the graduation work is the optimization of technological process of manufacturing the front headlight caliber. In particular, technological operations for transporting the workpiece to another workshop and electrical erosion treatment have been removed from the applied technological process. All this affects the economic efficiency of technological process.

The aim of the work is to reduce the cost of manufacturing the front headlight caliber by improving the technological process.

The graduation work may be divided into several logically connected parts which are: initial data analysis, the technological part of the work, the design part of the work, the section on labor protection and the section of economic efficiency.

Finally, we present the work on the improved technological process of manufacturing the front headlight caliber with all economic calculations and economic benefits of this work.

In conclusion we'd like to stress that this work is relevant not only for this caliber, but also for other calibers and parts.

## Содержание

Аннотация.....	2
Содержание .....	4
Введение .....	6
1. Анализ исходных данных и постановка задач работы .....	7
1.1 Назначение детали.....	7
1.2 Описание материала детали .....	7
1.3 Систематизация поверхностей детали .....	8
1.4 Описание применяемого технологического процесса, оборудования и оснастки .....	10
1.5 Схема замеров.....	31
1.6 Пути совершенствования технологического процесса .....	32
2 Технологическая часть.....	33
2.1 Проектирование технологического процесса.....	33
2.2 Выбор средств оснащения технологического процесса.....	35
2.3 Расчет режимов резания .....	39
2.4 Замена оборудования .....	42
2.5 Нормирование технологических операций .....	43
3 Конструкторская часть.....	48
3.1 Винтовой зажим.....	48
3.2 Расчет винтового зажимного механизма .....	50
3.3 Проектирование концевой фрезы .....	52
3.4 Изменение в конструкции плиты.....	55
3.5 Расчет приспособления на точность, описание конструкции и принципа работы сборной конструкции.....	57
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	59
4.1 Конструктивно - технологическая и организационно - техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	59
4.2 Идентификация профессиональных рисков .....	61
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков .....	61

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта .....	61
4.5 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта ....	61
4.6 Обеспечение экологической безопасности технического объекта .....	63
5 Экономическая эффективность работы .....	64
Заключение .....	79
Список используемых источников .....	80
Приложение А Маршрутная карта .....	83
Приложение Б Спецификация калибра с боре .....	90
Приложение В Спецификация схемы сборки для замеров .....	92
Приложение Г Идентификация профессиональных рисков .....	93
Приложение Д Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов .....	97
Приложение Е Идентификация классов и опасных факторов пожаров .....	101
Приложение Ж Идентификация негативных экологических факторов технического объекта .....	104
Приложение З Организационно - технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду .....	106

## Введение

«Машиностроение является основной отраслью хозяйственной деятельности человека, которая определяет возможности развития других отраслей. Применение машин увеличивает производительность труда, повышает качество продукции, делает труд человека более безопасным» [18].

«Машиностроение обеспечивает изготовление новых и совершенствование имеющихся машин. Отличительной особенностью современного машиностроения является изменение эксплуатационных характеристик машин- увеличение скорости, уменьшение массы, объема, вибрации и т.д. Поэтому современным инженерам нужно быстрее решать технологические и конструкторские задачи. Это очень важно в нынешних условиях рыночных отношений» [18].

Одна из важнейших отраслей машиностроения является автомобилестроение. «Автомобилестроение - отрасль промышленности, осуществляющая производство безрельсовых транспортных средств (например, автомобилей, мотоциклов и повозок), преимущественно с двигателями внутреннего сгорания (ДВС)» [1]. Автомобильная промышленность влияет на процессы экономического и социального развития нашей страны. Но, к сожалению, автомобилестроение находится не на таком высоком уровне развития, как в странах Западной Европы, США, Японии или Китае, но в нашей стране есть крупные заводы по производству автомобилей, такие как ВАЗ, ГАЗ, УАЗ, КАМАЗ и др.

Основной проблемой отечественных автопроизводителей является зависимость от иностранных производителей автомобильных комплектующих, особенно это видно сейчас - в условиях экономических санкций в отношении нашей страны, когда отечественным автопроизводителям пришлось искать новых поставщиков комплектующих. Это сказалось на количестве и качестве выпускаемых автомобилей. Поэтому я считаю, что нужно уменьшить эту зависимость.

## 1. Анализ исходных данных и постановка задач работы

### 1.1 Назначение детали

«При изготовлении деталей механизмов важно, чтобы они точно подходили одна к другой, такую точность обеспечивает калибр» [9].

«Калибр - средство контроля, контактирующее с элементом изделия по поверхности, линиям или точкам. Калибр имеет геометрические параметры, воспроизводящие элементы изделия с заданными предельными размерами» [8]. «Калибр в промышленности считается шаблонным инструментом, который используют при изготовлении сопрягающихся частей одного механизма» [9].

Мой калибр используется для замера зазоров между кузовом автомобиля и фарой. Всего было произведено два калибра (для левой и правой фар).

### 1.2 Описание материала детали

Калибр изготовлен из сплава алюминия С 330 R.

«Высокопрочная алюминиевая пластина G.AL ® C330R из сплава EN AW 7021 (AlZn5.5Mg1.5) с закалкой T79, распиленный со всех сторон, характеризуется очень высокой прочностью и твердостью, а также очень хорошими свойствами при низком напряжении.» [30].

Рассмотрим свойства рассматриваемого сплава алюминия С 330 R, запишем их в таблицы 1 и 2.

Таблица 1 - Физические свойства сплава алюминия С 330 R

Свойство	Значение
Плотность	2,8 г/см <sup>3</sup>
Модуль эластичности	70 ГПа

Продолжение таблицы 1

1	2
Теплопроводность	125-155 Вт/м · К
Удельная теплоемкость	875 Ед/кг · К

В таблице 1 приведены физические свойства сплава С 330 R.

Таблица 2 - Механические свойства сплава алюминия С 330 R

Свойство	Значение
Предел текучести $R_{p0,2}$	290-340 МПа
Предел прочности при растяжении $R_m$	320-380 МПа
Относительное удлинение $A_5$	2,5-4,5 %
Твердость HBW	110-120 HBW

В таблице два приведены механические свойства сплава С 330 R.

«Очень низкая прочность и снижение твердости от края пластины к центру делает G.AL ® C330R превосходный материал практически во всех секторах производства средств производства.» [30].

### 1.3 Систематизация поверхностей детали

Изготавливаемый калибр является сложно-профильной деталью. Эскиз калибра с нумерацией поверхностей представлен на рисунках 1, 2, 3.

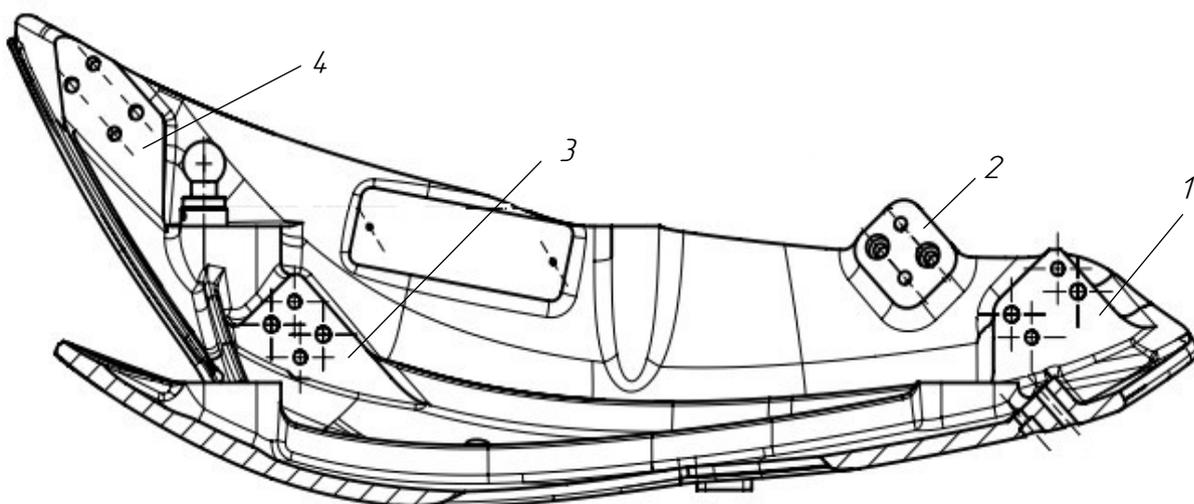


Рисунок 1 - Эскиз калибра

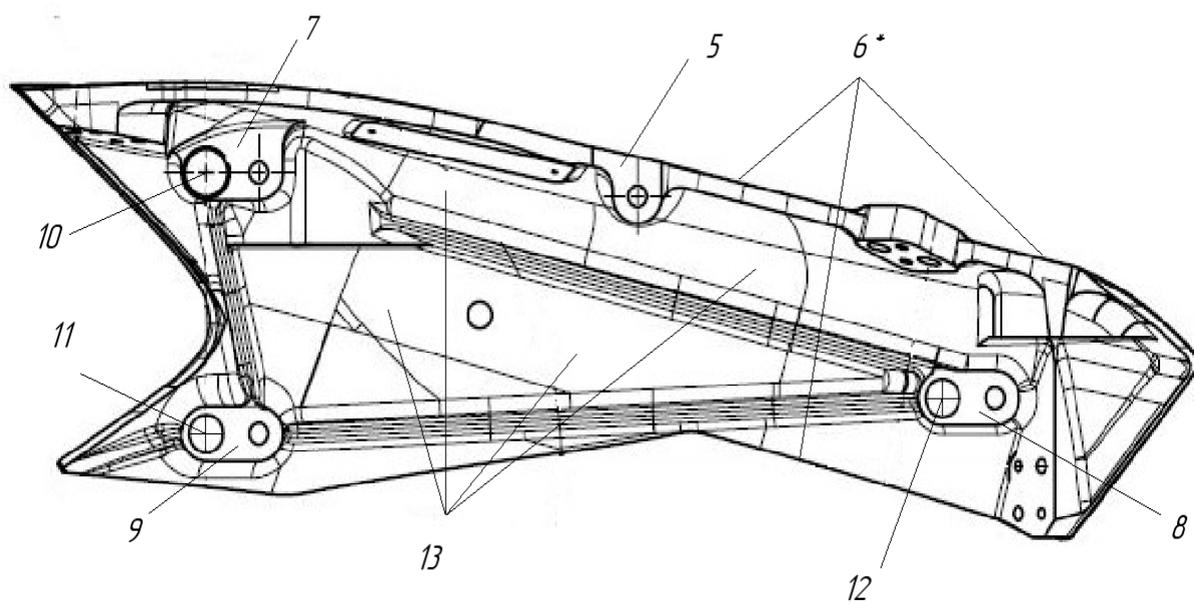


Рисунок 2 - Внутренняя сторона калибра

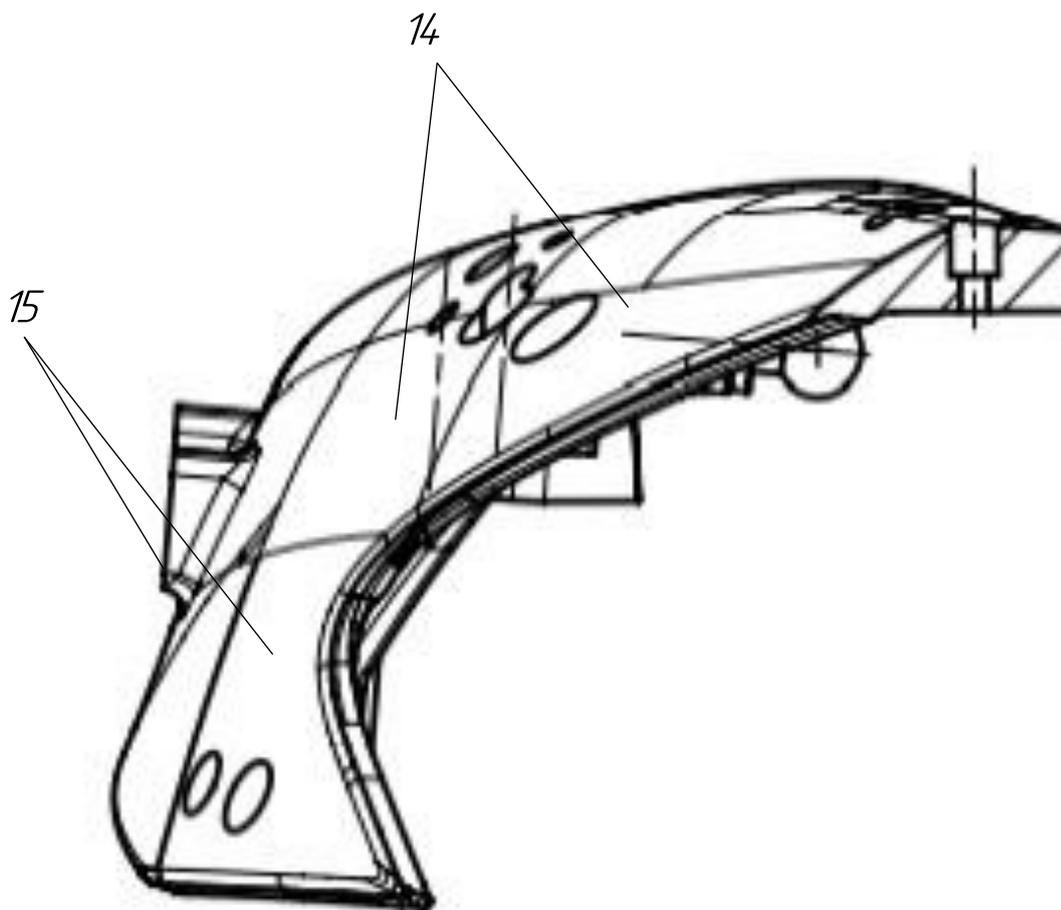


Рисунок 3 - Внешняя сторона калибра

Исполнительные поверхности детали, которые выполняют служебное назначение: 6\* (по всему контуру).

Основные конструкторские базы: 7,8,9,10,11,12.

Вспомогательные конструкторские базы: 1,2,3,4,5.

Свободные поверхности: 13,14,15.

#### **1.4 Описание применяемого технологического процесса, оборудования и оснастки**

«Технологический процесс - часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и (или) определению состояния предмета труда. К предметам труда относят заготовки» [6].

Описание применяемого технологического процесса.

Опишем применяемый технологический процесс в таблице 3.

Таблица 3 - Применяемый технологический процесс

Номер	Название операции	Содержание операции	Применяемые режущий инструмент и оборудование	Тпз	Тшт
1	2	3	4	5	6
005	Контроль	Контролировать межоперационные припуски и допуски по инструкции 1F000.37.101.0001-2017. При удалении маркировки, наносить вновь по 1F000.37.101.0014-2016. Порядок проведения инструктажа по экологической безопасности Согл. и 37.101.5551-2017.	Универсальный меритель	0	0
010	Контроль	Входной контроль плиты С330R; контроль материала заготовки перед запуском в производство; контроль сертификата.	Универсальный меритель	0,5	0,5
015	Заготовительная	Отрезать заготовку 208X235X580ММ (Плита Сплав алюминия С330R 300X445X720); обеспечить угол реза 90 градусов; удалить заусенец.	Фрезерный отрезной LKN-520 (треньягер)	0,5	2,7
020	Слесарная	Зачистить, удалить острую кромку; маркировать.	Ручной и механизированный инструмент (РМИ)	0	0,2

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
025	Расточная	Фрезеровать габариты в размер 198,6X225,6X572 мм; выдержать угол 90 градусов; удалить заусенец	Горизонтально расточной 2637ГФ1	0,5	4
030	Плоскошлифовальная	Шлифовать 4 стороны в размеры 198X225 с допуском + 0,05 мм; выдержать угол 90 градусов; припуск снимать равномерно; удалить заусенец	3Д725	0,5	6
035	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: с переустановкой заготовки, фрезеровать торцы в размер 570 с допуском $\pm 0,05$ мм; выдержать угол 90 градусов; припуск снимать равномерно; удалить заусенец	FDNC 125 Макино	1,5	1,6
040	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: с переустановкой заготовки, согласно технологическому эскизу, на торцах размера 570, выполнить 2 отв. под рым-болты М 12 с цековкой Ф17; снять фаски, на станке нарезать резьбу М 12 с/э; удалить заусенец	FDNC 125 Макино	1,5	1,5

Продолжение таблицы - 3

1	2	3	4	5	6
045	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно технологическому эскизу №1, на торцах размеров 198 И 570, с переустановкой заготовки, фрезеровать технологические врезки в размеры 20X100X15 (2 места) И 20X140X15 (2 места) с/э; зачистить заусенцы	FDNC 125 Макино	0,5	2,3
050	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно технологическому эскизу №1, с переустановкой заготовки, выполнить все отверстия согласно сечениям "Н-Н", "J-J", "К-К", "Р-Р", "L-L", "N-N", "М-М", "R-R", "S-S"; снять фаски	FDNC 125 Макино	2,5	7,5
055	Фрезерование ЧПУ	УП.72801. По мм, согласно технологическому эскизу №2, выполнить черновую выборку металла с наружной стороны, на плоскость "Г" дать припуск 1 мм; (База 2 отв. Ф6Н7 смотреть технологический эскиз №1); учесть припуск по 0,5 мм на плоскости "А", "Б"; удалить заусенец	FDNC 125 Макино	0,5	13,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
060	Слесарная	(Нарезать все резьбы согласно технологическому эскизу №1; очистить, продуть сжатым воздухом; подготовить к установке на монтажную плиту №1 (смотреть 871-7090-0040).	Ручной инструмент	0,2	0,75
065	Слесарная	Установить, закрепить деталь на плиту монтажную №1 смотри.871-7090-0040 (установка детали на 2 отверстия Ф6Н7 через переходный ступенчатый штифт, крепление 4 отверстий М10 смотреть технологический эскиз №1); зазор между плитой и деталью не допустим. (доработка штифтов смотреть операцию 35).	Плита монтажная №1 Винт М10-6GX20.109.05 Штифт 8X20.05	0	0,8
070	Кругло-шлифовальная	Оснастка для операции 30. Доработать 2 штифта Ф8 до Ф6М6 (мал) на L=8 мм (переходные ступенчатые штифты); удалить заусенец	ВНУ40, ВНУ32А	0,3	0,7

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
075	Фрезерование ЧПУ	УП.72819. По мм, в сборе с плитой монтажной №1, согласно технологическому эскизу №2, выполнить черновую выборку металла с внутренней стороны; (База 2 отверстия Ф6Н7 смотреть технологический эскиз №1); учесть припуск по 0,5 мм на плоскости «А», «Б»; удалить заусенец	FDNC 125 Макино	0,5	17,5
080	Слесарная	Снять деталь с плиты монтажной №1 (смотреть.871-7090-0040), плиту с винтами сохранить для сборки в операцию 95 и обработки в операцию 100.	Ручной инструмент	0,1	0,65
085	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно эскизу №2, с переустановкой обработать окончательно плоскости "А", "Б" сняв по 0,5 мм с/э; обработать окончательно плоскость "Г" в размер $50 \pm 0,02$ мм с/э;удалить заусенец	WF-3 «Бокö»	2	2,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
090	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно технологическому эскизу №2, с переустановкой детали, выполнить 4 отверстия Ф8Н7, отверстие Ф6Н7 согласно сечениям "J-J", "S-S"; снять фаски 1x45 градусов	WF-3 «Бокö»	1,5	2,2
095	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно технологическому эскизу №2, выполнить с припуском 1 мм/сторону 3 отверстия Ф16Н7 согласно сечениям "L-L", "M-M" и вида "Ж"; выполнить отверстие Ф8Н7 согласно сечениям "Т-Т" и вида "Ж";	WF-3 «Бокö»	1,5	1,8
100	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно эскизу №2, установить, выставить деталь по оси двух отверстий смотреть сечение "Т-Т" и вид "Ж"; с наклоном стола выполнить 2 отверстия Ф6,5 и 2 цековки Ф11 согласно сечения "W-W" и вида "X"; притупить кромки в отверстиях	WF-3 «Бокö», палец установочный 02-8025-4048	1	1,65

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
105	Фрезерование ЧПУ	Установить деталь, согласно эскизу №2, выполнить отверстие Ф6Н7 согласно сечению "R-R" (смотреть главный вид и вид сверху); с поворотом стола выполнить 2 сквозных отверстия Ф4,5 И 2 цековки Ф8 согласно сечениям "V-V", "U-U" (смотреть главный вид); притупить кромки в отверстиях	WF-3 «Бокö»	1	2,3
110	Слесарная	Калибровать резьбу М 10 (4 места); установить, закрепить деталь на плиту монтажную №1 смотреть 871-7090-0040 (установка детали на 2 отверстия Ф8Н7, крепление 4 отверстий М10 смотреть технологический эскиз №2); зазор между плитой и деталью не допустим.	Ручной и механизированный инструмент. Штифт 8Х20.05	0,1	0,95
115	Фрезерование ЧПУ	УП.72820. По мм, в сборе с плитой монтажной №1, согласно основному чертежу, выполнить чистовую обработку с внутренней стороны (База 2 отверстия Ф8Н7 смотреть технологический эскиз №2); удалить заусенец	FDNC 125 Макино	0,5	39,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
120	Контроль	Визуальный контроль внутренней стороны в сборе с плитой монтажной №1	Универсальный меритель	0,1	0,3
125	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: в сборе с плитой монтажной №1, согласно технологическому эскизу №2, установить, выставить деталь, выполнить окончательно 3 отверстия Ф16Н7 согласно сечениям "L-L", "M-M" и вида "Ж"); притупить кромки в отверстиях	WF-3 «Бокё»	1	1.5
130	Контроль	Визуальный контроль отверстия Ф16Н7 (3 места) в сборе с плитой монтажной №1	Универсальный меритель	0,1	0,3
135	Слесарная	По согласованию с конструктором, разметить 2 отверстия М3 под крепление таблички 878-8367-9645-003 согласно КД; слесарно выполнить 2 отверстия под М3, нарезать резьбу согласно КД.	Ручной и механизированный инструмент	0,3	0,6

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
140	Слесарная	Согласно технологическому эскизу №3, в соответствии со спецификацией, в отверстие Ф16Н7 установить втулку дет.878-8367-9643-002 и сферу поз.400; в сборе с плитой монтажной №1, подготовить, упаковать к отправке в цех 1F100 для дальнейших работ согласно технологическому процессу.	Ручной инструмент.  Лента липкая тип В1 (25X50) (бум."ТЕЗА") Пленка полиэтиленовая ТС, Рукав 0,1X(1500X2),1 СОРТ	0,1	0,5
145	Фрезерование 3D ЧПУ	В сборе с плитой монтажной №1, установить, закрепить, выставить деталь: с разворотами детали согласно технологическому эскизу №3, в соответствии с основным чертежом выполнить 2 отверстия Ф6Н7, 2 отверстия Ф6,5XФ11 с/ч смотреть "К", "Е-Е"; выполнить 2 отверстия Ф6Н7 с/ч смотреть "М", "F-F"; выполнить 2 отверстия Ф6Н7 с/ч смотреть "Р", "G-G"; выполнить 2 отверстия Ф6Н7 с/ч смотреть "D-D"; выполнить 2 отверстия Ф6Н7 с/ч смотреть "С-С"; удалить заусенец в отверстиях	ОЦ(Б)МОД.НMS3 000 ЧПУ	2	5,8

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
150	Контроль	Визуальный контроль в сборе с плитой монтажной №1	Универсальный меритель	0,1	0,3
155	Слесарная	Подготовить, упаковать к отправке в цех 1F200 для дальнейших работ согласно технологическому процессу	Ручной инструмент. Лента липкая тип В1 (25X50) (бум. "ТЕЗА") Пленка полиэтиленовая ТС, Рукав 0,1X(1500X2),1 СОРТ	0,1	0,5
160	Слесарная	После замеров на КИМ и составленной карты замеров на операции 100, 110, 130; в сборе с плитой монтажной №1, довести рабочие поверхности согласно КД (внутренняя сторона).	Ручной и механизированный инструмент	0,1	8,5
165	Слесарная	Снять деталь с плиты монтажной №1; демонтировать сферу поз.400 и втулку дет.878-8367-9643-002; (плиту 871-7090-0040 сохранить для обработки зеркального исполнения дет.878-8367-9645-001-01 и дет.878-8367-9648-001/01 корпус)	Ручной инструмент	0,2	0,45

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
170	Слесарная	Установить, закрепить деталь на плиту монтажную №2 в сборе смотреть 871-7090-0041-000 (установка детали на 2 отверстия Ф16Н7, крепление 3 отверстий Ф9 и отверстия Ф7 смотреть чертеж 871-7090-0041-000 СБ); зазор на опорных площадках между стойками и деталью не допустим	Ручной инструмент. Плита монтажная №2 в сборе	0,1	0,75
175	Фрезерование ЧПУ	УП.72821. По мм, в сборе с плитой монтажной №2, согласно основному чертежу, выполнить чистовую обработку с наружной стороны (База 2 отверстия Ф8Н7 смотреть технологический эскиз №2); удалить заусенец	FDNC 125 МАКИНО	0,5	35,5
180	Контроль	Визуальный контроль в сборе с плитой монтажной №2	Универсальный меритель	0,1	0,3
185	Электроэрозионная	В сборе с плитой монтажной №2, прожечь недобранные места согласно схеме расположения электродов	Эл.Эроз. EMS-4. Электрод	0,5	2,5
190	Контроль	Контроль на КИМ в сборе с плитой монтажной №2, составить карту замеров (контроль операции 190 на соответствие мм)	Контрольно-измерительная машина (КИМ) Vento More 17521-98	2,5	4

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
195	Слесарная	После замеров на КИМ и составленной карты замеров на операции 180 и 190; в сборе с плитой монтажной №2, довести рабочие поверхности согласно КД (наружная сторона).	Ручной и механизированный инструмент.	0,1	7,5
200	Слесарная	В сборе с плитой монтажной №2, подготовить, упаковать к отправке в цех 1F100 для дальнейших работ согласно технологическому процессу	Лента липкая тип В1 (25X50) (бум. "ТЕЗА") Пленка полиэтиленовая ТС, Рукав 0,1X(1500X2),1 СОРТ	0,1	0,5
205	Координатно-графическая	Тош. Выдать управляющую программу на обработку на станке с ЧПУ детали 878-8367-9645-001 Корпус, В сборе с монтажной плитой №2 (По согласованию с конструктором нанести сетку и символы по математической модели согласно. ТУ ЧЕРТ)	Граф. Станция	0,1	0,5
210	Фрезерование 3D ЧПУ	Установить, закрепить, выставить деталь 878-8367-9645-001 Корпус, В сборе с монтажной плитой №2: по согласованию с конструктором нанести сетку и символы по математической модели согл. черт.	ОЦ(Б)МОД.НМС3 000 ЧПУ	1,5	7,5

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6
215	Контроль	Визуальный контроль	Универсальный меритель	0,1	0,3
220	Слесарная	Подготовить, упаковать к отправке в цех 1F200 для дальнейших работ согласно технологическому процессу	Ручной инструмент. Лента липкая тип В1 (25X50) (бум. "ТЕЗА") Пленка Полиэтиленовая ТС, Рукав 0,1X(1500X2),1 СОРТ	0,1	0,5
225	Слесарная	Снять деталь с плиты монтажной №2 (плиту в сборе 871-7090-0041-000 сохранить для обработки зеркального исполнения дет. 878-8367-9645-001-01 и дет. 878-8367-9648-001/01 Корпус).	Ручной инструмент.	0,1	0,65
230	Слесарная	Очистить, удалить загрязнения, стружку, эмульсию; продуть сжатым воздухом; притупить острые кромки согласно КД; маркировать согласно КД.	Ручной и механизированный инструмент. Бирка проволока 1,0-0-С ГОСТ 3282-74	0,2	0,35
235	Слесарная	По согласованию с конструктором, обезжирить, в гравировку втереть краску трафаретную 45971-01, черная; излишки краски удалить, создать светлый фон, сушить.	Ручной инструмент. Краска трафаретная, черная нейтрального, 45971-01 растворитель SHELLSOL D 40	0,3	4,5

Суммарное  $T_{пз} = 27,7$  часа, а суммарное  $T_{шт} = 195,2$  часа.

После выполнения операций, содержащихся в технологическом процессе, калибр везут в лабораторию ОТК для замера детали на КИМ.

Технологическая схема сборки калибра представлена в графической части ВКР. Маршрутная карта для усовершенствованного технологического процесса будет представлена в приложении А. Спецификации для схемы сборки калибра и для калибра в сборе будут представлены в приложениях Б и В.

Рассмотрим основные недостатки применяемого технологического процесса.

После обработки на трех-осевом станке с ЧПУ калибр транспортируют в другой цех для сверления ступенчатых отверстий. После сверления отверстий калибр везут в первый цех для дальнейших работ. Затем калибр везут во второй цех для нанесения гравировки. Потом калибр снова транспортируют в первый цех для окончательных работ. Транспортировка занимает много дополнительного времени.

Описание применяемой технологической оснастки.

Описание плиты.

При чистовой обработке калибра применяется монтажная плита, представленная на рисунке 4.

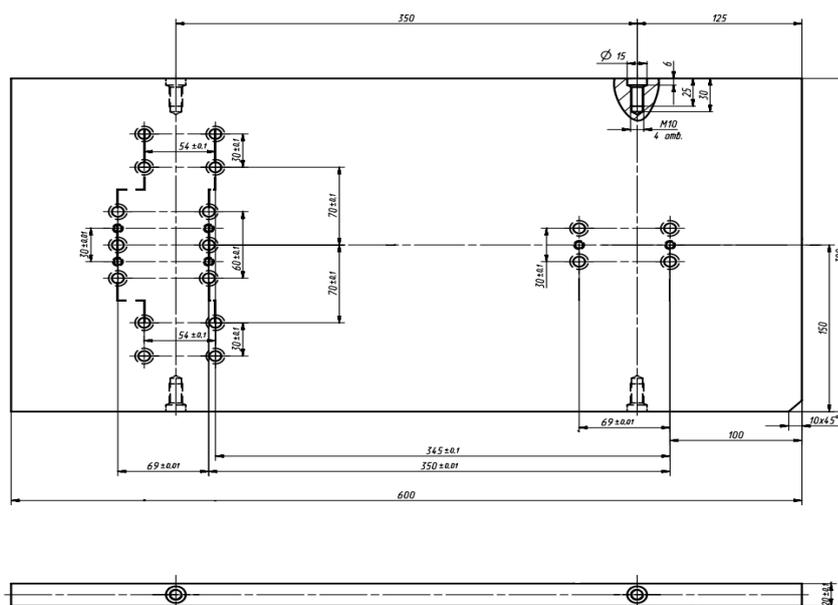


Рисунок 4 - Эскиз монтажной плиты

Применяется монтажная плита при чистовой обработке для установки на нее стоек, на которые устанавливается калибр для обработки внешней поверхности. Размеры плиты: 600 x 300 x 20. Также в плите есть 24 отверстия (6 из них- штифтовые) для установки стоек. Есть 4 отверстия для рым болтов. Есть фаска 10 x 45°.

Описание стойки.

Стойка, закрепленная на монтажной плите, поддерживает калибр в нужном положении для обработки на станке с ЧПУ. Эскиз стойки представлен на рисунке 5.

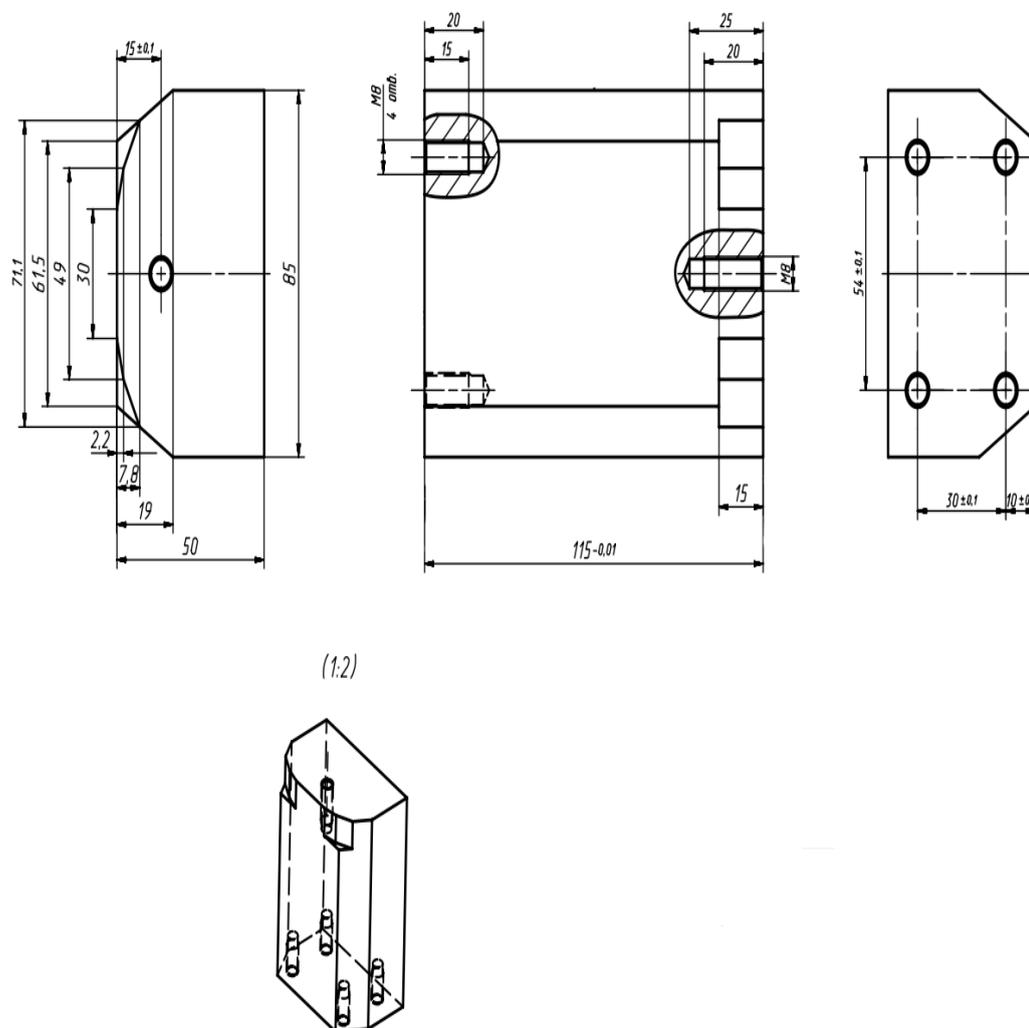


Рисунок 5- Эскиз стойки

Данная стойка имеет размеры 85x50x115. Стойка изготовлена из материала Сталь 20. В нижнем основании стойки есть 4 отверстия для закрепления на монтажной плите. В верхнем основании также есть отверстие для втулки.

Изменения в конструкции стойки недопустимы, так как нарушится равновесие и устойчивость калибра при обработке на станке с ЧПУ.

Описание втулки.

«Втулка - элемент механизма либо машины имеющий коническую или цилиндрическую форму. В ней имеется цилиндрическое отверстие, в которое и входит деталь, которую требуется сочленить. Служит втулка для уменьшения трения» [3].

«Втулки монтируются в механизм и становятся его частью. Они предохраняют другие узлы и детали от чрезмерных нагрузок, принимая большую их часть на себя. Таким образом существенно снижается износ критичных для обеспечения работы или дорогостоящих элементов. Если бы втулок не было, что использование целого ряда машин и механизмов было бы нецелесообразно или даже - невозможно» [3].

«Существует несколько видов втулок, которые имеют свои особенности:

Цилиндрические;

Конические;

Разрезные;

Резьбовые;

Составные;

Специальные» [3].

Эскиз втулки представлен на рисунке 6.

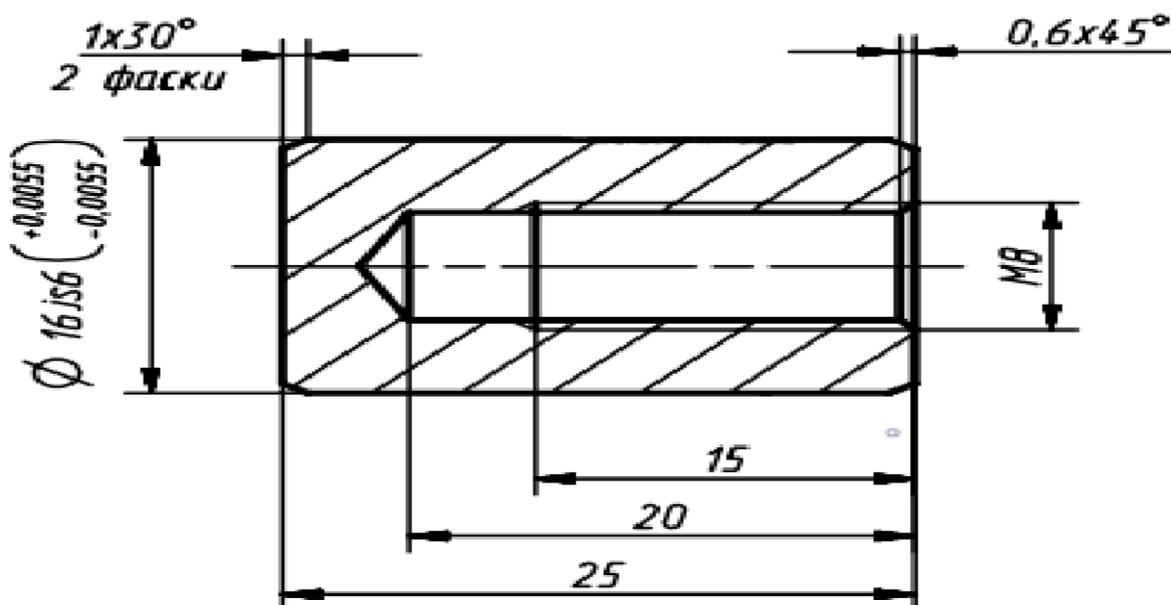


Рисунок 6 - Эскиз втулки

Втулка имеет размеры 25x16. Также имеет глухое отверстие М8 для винта. Есть 2 фаски 1x30° и 2 фаска 0,6x45°. Втулка изготовлена из Стали 40Х.

Изменение конструкции невозможно, так как это может повлечь к увеличению нагрузки на стойку и к нарушению установки калибра.

Описание применяемого оборудования.

При изготовлении калибра применяется станок с ЧПУ FDNC-125. Характеристики станка представлены в таблице 4.

Таблица 4 - Характеристики станка FDNC-125

Название параметра	Единицы измерения	Значение
Габаритные размеры (длина×ширина×высота)	мм	5080×2800×305 0
Вес станка	кг	14000
Размер стола	мм	1800×700
Ход по осям X×Y×Z	мм	1250×700×600

Продолжение таблицы 4

1	2	3
Стол в поперечном направлении	мм	700
Стол в продольном направлении	мм	1250
Скорость вращения шпинделя		3150 об/мин
Допустимая нагрузка на стол	кг	3000
Ручная подача	мм/мин	1-2000
Частота вращения шпинделя	об/мин	40 – 2000
Рабочая подача	мм/мин	0,1 – 2000
Ускоренная подача	мм/мин	6000
Точность позиционирования по оси X	мм	0.005
по оси Y	мм	0.005
по оси Z	мм	0.005

Страна - изготовитель данного станка - Германия.

Оправка.

Опишем оправку, которая применяется для концевой фрезы. Оправка «BIG DV50 HMC42-1505» [26].

«Оправки являются оснасткой для фрезерного станка и предназначаются для передачи вращающего момента шпинделя инструменту. Они используются во фрезерных станках всех типов. Конструкция фрезерной оправки зависит от типа станка и используемого инструмента» [17].

В данном технологическом процессе используется оправка «BIG DV50 HMC42-1505». На рисунке 7 изображен эскиз оправки.

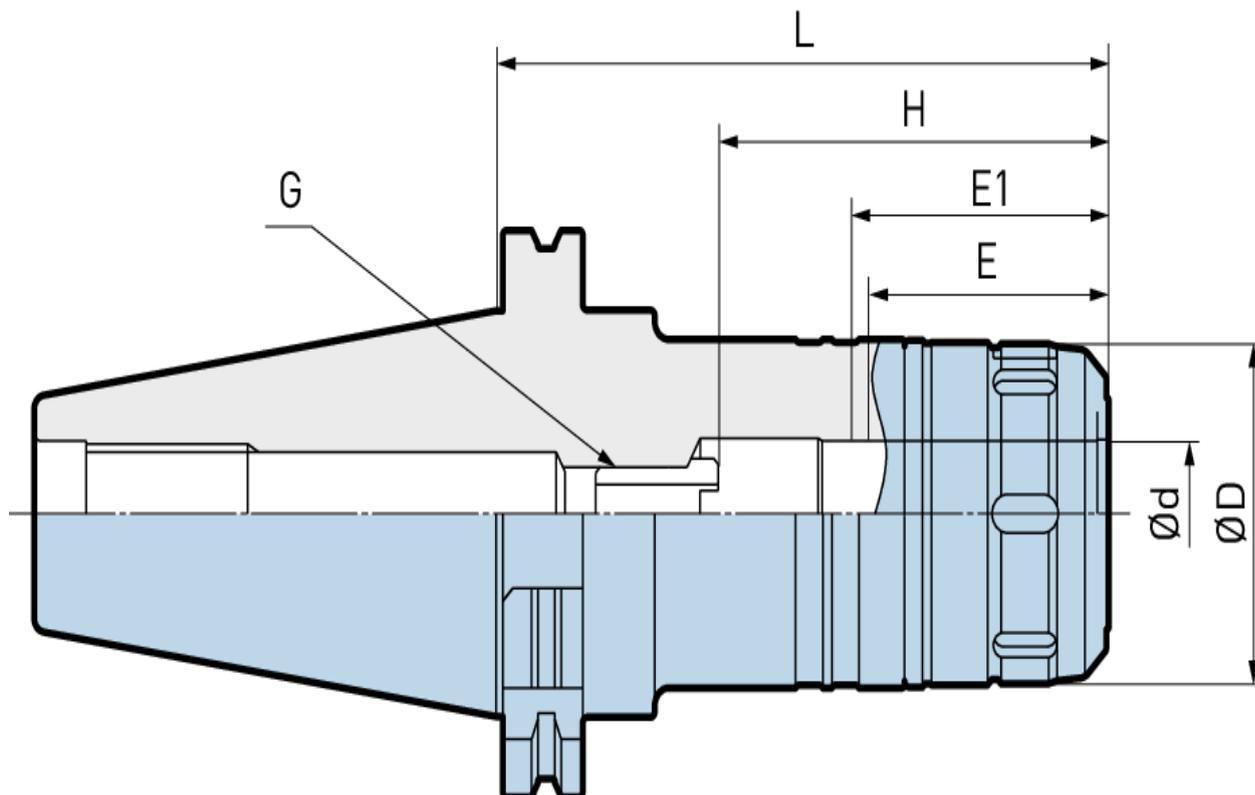


Рисунок 7 - Эскиз оправка

Опишем характеристики оправки BIG DV50 HMC42-1505 в таблице 5.

Таблица 5 - Характеристики оправки BIG DV50 HMC42-1505

Параметр	Значение
D - диаметр оправки	85 мм
d - внутренний диаметр	42 мм
E - длина зажима	70 мм
E <sub>1</sub> - длина зажима с охлаждающей жидкостью по центру	73 мм
L - длина оправки	135 мм
H - длина хвостовика инструмента	93-105 мм

Данная оправка применяется при чистовом фрезеровании с концевой фрезой.

Описание координатно-измерительной машины КИМ Vento More 17521-98.

«Трехкоординатная измерительная машина VENTO предназначена для измерений размеров корпусных деталей сложной формы ( рам, шасси, капотов двигателей и т.д.), тяжелых громоздких деталей, отливок, деталей космической техники, контроля технологической оснастки в автомобильной, судостроительной и авиационной промышленности и в станкостроении» [14]. Данная КИМ стандартизирована по ISO 10360-2: 1994 «GPS. Coordinate metrology - Part 2: Machine performance and verification» [27].

«Область применения - цеха промышленных предприятий» [14].

Опишем характеристики КИМ Vento More 17521-98 в таблице 6.

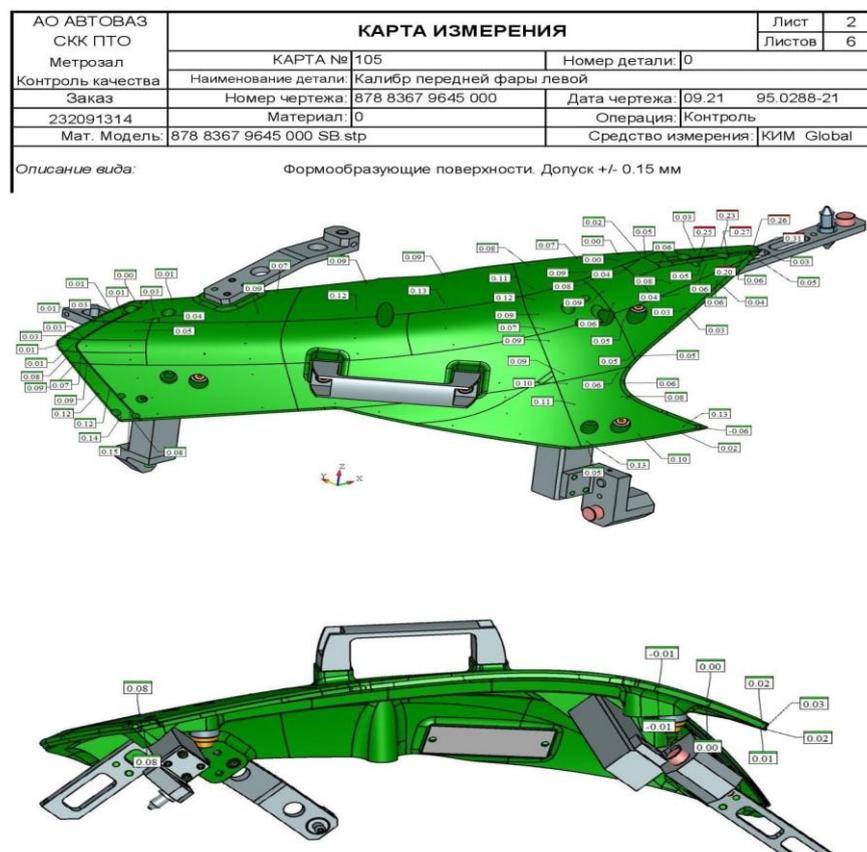
Таблица 6- Характеристики КИМ Vento More 17521-98

Название параметра	Значение
Предел допускаемого значения погрешности пространственных измерений, $E_3$ , мкм	35+30L/1000
Разрешение, мкм	1
Устройство смены щупов	Ручная смена
Обеспечение воздухом	Обеспечиваемое давление 5 бар. Расход 40 л/мин
Диапазон рабочих температур	От + 5°C до + 35°C
Температура, при которой обеспечивается нормированная погрешность измерения	20±4°C
Температурные градиенты	0,5°C/м; 1°C/ч; 3°C/24 ч

Страна - изготовитель данной КИМ - Италия. Компания - производитель данной координатно-измерительной машины - "Brown & Sharpe DEA S.p.A".

## 1.5 Схема замеров

После обработки калибр везут на измерения на контрольно-измерительную машину, для проверки на выполнение технических требований детали. По допуску на размер ( $\pm 0,20$  мм) в хвостовой части калибра (рисунок 8) есть точки, которые не попадают в допуск размеров. Хвостовая часть была обработана электродом. На рисунке 8 изображена схема замеров с хвостовой частью калибра.



## **1.6 Пути совершенствования технологического процесса**

В калибре выполнить ступенчатое отверстие сквозным, а кронштейны, с помощью которых крепится калибр, с двумя углами, тем самым калибр можно будет обрабатывать на одном трех-осевом станке с поворотным столом в одном цехе, сэкономив время на транспортировке.

В монтажной плите, которая используется для чистовой обработки уменьшить длину, тем самым стоимость монтажной плиты уменьшится.

Также, при обработке на трех-осевом станке с ЧПУ с поворотным столом нужно будет отказаться от электроэрозионной операции, которая нужна для обработки хвостовой части калибра, тем самым, хвостовая часть калибра попадет в допуск размеров.

Выводы по разделу: в данном разделе был описан применяемый технологический процесс, описано применяемое оборудование (фрезерный станок с ЧПУ), описана применяемая технологическая оснастка (втулка, стойка, монтажная плита, оправка), были систематизированы поверхности калибра, описаны пути совершенствования применяемого технологического процесса.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Проектирование технологического процесса

Из технологического процесса удалены операции 140, 155, 185, 190, 200, 220 - операции по транспортировке в другой цех и электроэрозионная обработка. Также в операции 145 отверстие делается сквозным, что позволит сократить  $T_{шт}$  в этой операции на 1 час. Таким образом,  $T_{пз}$  сократилось до 25,7 часа, а  $T_{шт}$  сократилось до 189,4 часа.

Были объединены операции 35-55 (таблица 7) - их можно сделать на одном станке. Также были объединены операции 85-105 (таблица 8).

Таблица 7 - Объединенные операции (35-55)

Номер	Операция	Содержание операции	Применяемое оборудование	$T_{пз}$	$T_{шт}$
035	Фрезерование ЧПУ	Составить программу; с переустановкой заготовки, фрезеровать торцы в размер 570 с допуском $\pm 0,05$ мм; выдержать угол 90 градусов; припуск снимать равномерно; удалить заусенец; с переустановкой заготовки, согласно технологическому эскизу, на торцах размера 570, выполнить 2 отв. под рым-болты М 12 с цековкой Ф17; снять фаски, на станке нарезать резьбу М 12 с/э; согласно технологическому эскизу №1, на торцах размеров 198 и 570; с переустановкой заготовки, фрезеровать технологические врезки в р-ры 20x100x15 (2 места) И 20x140x15 (2 места) с/э;	МАНО-1600 S	6,5	26,4

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4	5	6
035	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, выполнить наладку на станке: согласно технологическому эскизу №1, с переустановкой заготовки, выполнить все отверстия согласно сечениям "Н-Н", "J-J", "К-К", "Р-Р", "L-L", "N-N", "М-М", "R-R", "S-S"; снять фаски; УП.72801. По мм, согласно технологическому эскизу №2, выполнить черновую выборку металла с наружной стороны, на плоскость "Г" дать припуск 1 мм; (База 2 отв. Ф6Н7 смотреть технологический эскиз №1); учесть припуск по 0,5 мм на плоскости "А", "Б"; удалить заусенец	МАНО 1600 S		

Данные операции (35 - 55) можно выполнить на одном станке.

Таблица 8 - Объединенные операции (85-105)

Номер	Операция	Содержание операции	Применяемое оборудование	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>
085	Фрезерование ЧПУ	Составить программу, с/э №2, с переустановкой обработать окончательно плоскости "А", "Б" сняв по 0,5 мм с/э; обработать окон-но плоскость "Г" в размер $50 \pm 0,02$ мм с/э; смотреть главный вид и вид сверху; с/э №2, выполнить 4 отверстия Ф8Н7, отверстие Ф6Н7; снять фаски 1Х45 град.	МАНО-1600 S	6,5	10,45

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
		<p>в отверстие с допуском по Н7; выполнить с припуском 1 мм/сторону 3 отверстия Ф16Н7 согласно сечениям "L-L", "M-M" и вида "Ж"; выполнить отверстие Ф8Н7 согласно сечениям "Т-Т" и вида "Ж"; притупить кромку в отверстие; выставить деталь по оси двух отверстий смотреть сечение "Т-Т" и вид "Ж"; с наклоном стола выполнить 2 сквозных отверстия Ф6,5 и 2 цековки Ф11 согл. сечения "W-W" и вида "X"; притупить кромки в отверстиях; выполнить отверстие Ф6Н7 согл. сечению "R-R"; с поворотом стола выполнить 2 сквозных отверстия Ф4,5 и 2 цековки Ф8 согл. сечениям "V-V", "U-U"</p>			

Данные операции (85 - 105) можно выполнить на одном станке.

## 2.2 Выбор средств оснащения технологического процесса

Тип производства - единичный, так как всего было изготовлено два калибра.

«Единичный тип производства характеризуется выпуском широкой номенклатуры продукции в малых объемах (в единичных количествах), повторяющейся через неопределенные интервалы времени или не повторяющейся вообще. Процессы единичного типа выполняются на рабочих местах, не имеющих определенной специализации» [25].

Средства технологического оснащения выбраны по справочным данным [12].

В данных условиях предпочтительным является использование станка с системой числового программного управления.

Режущий инструмент выбран исходя из вида обработки.

Выбор технологической оснастки производится исходя из требуемой к реализации схемы базирования

Выбор средств контроля производится исходя из требуемой точности контроля, формы контролируемых поверхностей и допустимых методов контроля.

Выбранные согласно данным соображениям средства технологического оснащения для усовершенствованного технологического процесса приведены в таблице 9.

Таблица 9 - Средства технологического оснащения

Наименование операции	Станки	Зажимные приспособления	Инструменты	Средства контроля
005 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923-96	Прихваты ГОСТ 12937—67	Микрометр	Микрометр ГОСТ6507–90
010 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923-96	Прихваты ГОСТ 12937—67	Микрометр	Микрометр ГОСТ6507–90
015 Заготовительная	Фрезерный отрезной LKN-520 (треньягер)	Прихваты ГОСТ 12937—67	Дисковая отрезная фреза D=1000 B=10	Микрометр ГОСТ6507–90
020 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной и механизированный инструмент (РМИ)	Микрометр ГОСТ6507–90
025 Расточная	Горизонтально расточной 2637ГФ1	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фрезы ГОСТ 22086-76, 22087-76, 22088-76, 26595-85. Резцы ГОСТ 18879–73	Микрометр ГОСТ6507–90

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
030 Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3Д725	Прихваты ГОСТ 12937—67	Шлифовального круг 1 по ГОСТ 52781-2007	Микрометр ГОСТ6507–90
035 Фрезерование ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фреза торцевая WRC 12050 RS	Микрометр ГОСТ6507–90
040 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной инструмент	Микрометр ГОСТ6507–90
045 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной инструмент	Микрометр ГОСТ6507–90
050 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок ВНУ40	Прихваты ГОСТ 12937—67	Шлифовальный круг 1А1 250х40х34 24А F30 L 5 V 35 Б 3	Микрометр ГОСТ6507–90
055 Фрезерование ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фреза торцевая WRC 12040 RS	Микрометр ГОСТ6507–90
060 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной инструмент	Микрометр ГОСТ6507–90
065 Фрезерование ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фреза торцевая WRC 12040 RS	Микрометр ГОСТ6507–90
070 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной и механизированный инструмент. Штифт 8Х20.05	Микрометр ГОСТ6507–90
075 Фрезерование ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фреза концевая 890-2236-0012-03	Микрометр ГОСТ6507–90
080 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923-96	ГОСТ 12937—67	Щупы и принадлежности для КИМ	Микрометр ГОСТ6507–90
085 Фрезерование ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихват ГОСТ 12937—67	Фреза концевая 890-2237-0020-02	Микрометр ГОСТ6507–90
090 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923-96	ГОСТ 12937—67	Микрометр	Микрометр ГОСТ6507–90

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
095 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной и механизированный инструмент	Микрометр ГОСТ6507–90
100 Фрезерование 3D ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фреза концевая 890-2237-0020-02	Микрометр ГОСТ6507–90
105 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923-96	Прихваты ГОСТ 12937—67	Микрометр	Микрометр ГОСТ6507–90
110 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной и механизированный инструмент	Микрометр ГОСТ6507–90
115 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной инструмент	Микрометр ГОСТ6507–90
120 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной инструмент. Плита монтажная №2 в сборе Винт В.М8-6GX25.68.05 Винт М8-6GX25.109.05 Винт М6-6GX16.109.05	Микрометр ГОСТ6507–90
125 Фрезерование ЧПУ	Фрезерный станок МАНО-1600 S	Прихваты ГОСТ 12937—67	Фреза торцевая WRC 12040 RS	Микрометр ГОСТ6507–90
130 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923-96	Прихваты ГОСТ 12937—67	Микрометр	Микрометр ГОСТ6507–90
135 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Ручной и механизированный инструмент	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
140 Координатно-графическая	Рабочее место оператора ЭВМ по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937—67	Графическая станция	Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
145 Фрезерование 3D ЧПУ	Фрезерный станок МАНО- 1600 S	Прихваты ГОСТ 12937— 67	Фреза концевая 890-2237-0020-02	Микрометр ГОСТ6507– 90
150 Контроль	Рабочее место контролёра по ГОСТ 50923- 96	Прихваты ГОСТ 12937— 67	Щупы и принадлежности для КИМ	КИМ Vento More 17521- 98
155 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937— 67	Ручной инструмент	Штангенцир куль ГОСТ 166-89
160 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937— 67	Ручной и механизированный инструмент. Бирка проволока 1,0-0-С ГОСТ 3282-74	Штангенцир куль ГОСТ 166-89
165 Слесарная	Рабочее место слесаря по ГОСТ 12.2.032-78	Прихваты ГОСТ 12937— 67	Ручной инструмент. Краска трафаретная, черная нейтрального,4597 1-01 растворитель SHELLSOL D 40	Штангенцир куль ГОСТ 166-89

В данной таблице приведены средства технологического процесса для усовершенствованного технологического процесса.

### 2.3 Расчет режимов резания

Произведем расчет режимов резания [20] на черновую обработку, так как при ней будет максимальная сила резания. Значения коэффициентов взяты из электронного ресурса [10].

Режущий инструмент - фреза торцевая WRC 12050 RS [23].

«Выполним расчет скорости резания по формуле (1):

$$V = \frac{C_v \times D^q \times K_v}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p}, \quad (1)$$

где  $C_v$  - коэффициент скорости резания,  $C_v$  равен 245;

$D$  - диаметр фрезы,  $D$  равен 50 мм;

$T$  - период стойкости,  $T$  равен 150 мин» [20];

« $t$  - глубина фрезерования,  $t$  равна 1 мм;

$S_z$  - подача на зуб фрезы,  $S_z$  равна 0,1 мм/зуб;

$B$  - ширина фрезерования,  $B$  равна 40 мм;

$Z$  - количество зубьев фрезы,  $Z$  равно 4» [20];

« $m, x, y, u, p, q$  - показатели степеней,  $m$  равен 0.2,  $x$  равен 0.1,  $y$  равен 0.2,  $u$  равен 0.15,  $p$  равен 0.1,  $q$  равен 0.25» [20];

« $K_v$  - общий поправочный коэффициент на скорость резания, который рассчитывается по формуле (2):

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}, \quad (2)$$

где  $K_{nv}$  - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки,  $K_{nv}$  равен 0,9» [20];

« $K_{uv}$  - коэффициент, учитывающий материал инструмента,  $K_{uv}$  равен 1;

$K_{mv}$  - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала,  $K_{mv}$  равен 1» [20].

Подставив соответствующие параметры в формулу (2), получим:

$$K_v = 0,9.$$

Подставив соответствующие значения в формулу (1), получим:

$$V = \frac{C_v \times D^q \times K_v}{T^m \times t^x \times S_z^y \times B^u \times Z^p} = \frac{245 \times 50^{0,25} \times 0,9}{150^{0,2} \times 1^{0,1} \times 0,1^{0,2} \times 40^{0,15} \times 4^{0,1}} = 170 \text{ мм/мин.}$$

«Рассчитаем подачу по формуле (3):

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \quad (3)$$

где  $V$  - скорость резания» [20];

$D$  - диаметр фрезы,  $D$  равен 50 мм» [20].

Подставив соответствующие значения параметров в формулу (3), получим:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 170}{3,14 \times 50} = 1082 \text{ об/мин.}$$

«Рассчитаем силу резания по формуле (4):

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z \times K_{тр}}{D^q \times n^w}, \quad (4)$$

где  $C_p$  - коэффициент силы резания,  $C_p$  равен 82,5;

$t$  - глубина фрезерования,  $t$  равна 1 мм;

$S_z$  - подача на зуб фрезы,  $S_z$  подача 0,1 мм» [20];

« $B$  - ширина фрезерования,  $B$  подача 40 мм;

$z$  - количество зубьев фрезы,  $z$  равно 4;

$D$  - диаметр фрезы,  $D$  равен 50 мм» [20];

« $n$  - подача,  $n$  равна 1082 об/мин;

$x, y, u, q, w$  - показатели степеней;  $x$  равен 0.95,  $y$  равен 0.8,  $u$  равен 1.1,  $q$  равен 1.1,  $w$  равен 0» [20];

« $K_{тр}$  - общий поправочный коэффициент на силу резания, который рассчитывается по формуле (5):

$$K_{тр} = \left( \frac{\delta_B}{750} \right)^n, \quad (5)$$

где  $\delta_B$  - твердость обрабатываемого материала,  $\delta_B$  равна 750 Мпа;

$n$  - показатель степени,  $n$  равен 0» [20].

Подставив соответствующие значения параметров в формулу (5), получим:

$$K_{тр} = \left( \frac{\delta_B}{750} \right)^n = \left( \frac{750}{750} \right)^{0,9} = 1.$$

Подставив соответствующие значения параметров в формулу (4), получим:

$$P_z = \frac{10 \times C_p \times t^x \times S_z^y \times B^u \times z \times K_{тр}}{D^q \times n^w} = \frac{10 \times 82,5 \times 1^{0,95} \times 0,1^{0,8} \times 40^{1,1} \times 4}{50^{1,1} \times 1082^0} = 409,18 \text{ Н.}$$

## 2.4 Замена оборудования

Я предлагаю сделать данный калибр на станке с ЧПУ «МАНО-1600 S» [28], так как у него есть поворотный стол и это позволит произвести калибр в одном цехе на одном станке.

Характеристики станка МАНО-1600 S представлены в таблице 10.

Таблица 10 - Характеристики станка МАНО-1600 S

Параметр	Единицы измерения	Значение
Габаритные размеры (длина×ширина×высота)	мм	5080×2800×3050
Вес станка	кг	19000
Общая потребляемая мощность	кВт	51
Размер стола	мм	1250×980
Размер стола для двух палет	мм	1000×800
Ход по осям X×Y×Z	мм	1600×800×800
Расстояние от оси горизонтального шпинделя до стола	мм	– 11
Расстояние от торца горизонтального шпинделя за центр стола	мм	105
Наибольшее расстояние от торца горизонтального шпинделя до оси стола	мм	695
Расстояние от оси вертикального шпинделя за центр стола	мм	345
Расстояние от торца вертикального шпинделя до стола	мм	34
Наибольший диаметр инструмента	мм	125
Наибольший вес инструмента	кг	15
Наибольшая длина инструмента	мм	315
Частота вращения шпинделя	об/мин	40 – 4000
Рабочая подача	мм/мин	1 – 4000
Наибольший вес обрабатываемой детали	кг	2000
Точность позиционирования по оси X	мм	0.020
по оси Y	мм	0.020
по оси Z	мм	0.020
Система управления		МАНО CNC 432

## Продолжение таблицы 10

1	2	3
Число одновременно управляемых осей	шт	3
Дискретность программирования	мм	0.001

Данный станок является трех-осевым с поворотным столом, что позволяет выполнить операции на одном станке.

«Горизонтальный обрабатывающий центр это высокотехнологичное оборудование, позволяющее осуществлять 4-х стороннюю обработку габаритных, тяжелых деталей, а также деталей сложной формы, обеспечивая высокую точность даже при максимальной нагрузке» [4].

«Горизонтальные обрабатывающие центры с ЧПУ очень эргономичны и надежны, а их технические характеристики отвечают запросам самых требовательных покупателей» [4].

«Основная сфера применения горизонтальных обрабатывающих центров с ЧПУ - приборостроение и автомобильная промышленность, аэрокосмическая промышленность, энергетическое машиностроение. Станки данного типа также нашли свое применение в качестве вспомогательного оборудования в механических ремонтных цехах» [4].

### **2.5 Нормирование технологических операций**

«Нормирование технологической операции - расчет основного, вспомогательного и подготовительно-заключительного времени обработки детали» [16].

«При проектировании производства важно точно выполнить нормирование технологических операций, поскольку от результата нормирования зависят количество оборудования и коэффициенты его загрузки, а значит и технологическая себестоимость производства» [16].

Выполним нормирование для операции 35 (черновое фрезерование) по справочному материалу [19]. Данная операция проводится на станке с ЧПУ, поэтому нужно выбрать траекторию обработки заготовки. Траектория представлена на рисунке 9.

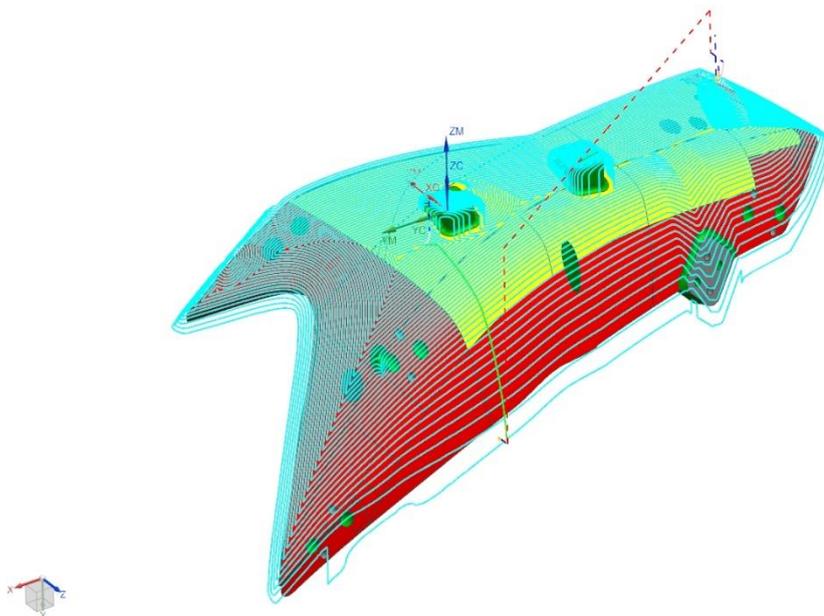


Рисунок 9 - Траектория обработки

Время обработки ( $T_o$ ) при оптимальной траектории обработки составило 10,85 часа (651,27 мин).

Нужно найти  $T_b$ . Найдем его по формуле (12):

$$T_b = T_{yc} + T_{zo} + T_{уп} + T_{из}, \quad (12)$$

где « $T_{yc}$  - время на установку и снятие детали,  $T_{yc}$  равно 0,13 мин;

$T_{zo}$  - время на закрепление и открепление детали,  $T_{zo}$  равно 0,163 мин;

$T_{уп}$  - время на приемы управления,  $T_{уп}$  равно 0,21 мин;

$T_{из}$  - время на измерение детали,  $T_{из}$  равно 0,33 мин» [19].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (12), получим:  $T_B = 0,13 + 0,163 + 0,21 + 0,33 = 0,83$  мин.

«Оперативное время ( $T_{оп}$ ) найдем по формуле (13):

$$T_{оп} = T_B + T_o, \quad (13)$$

где  $T_B$  - вспомогательное время;

$T_o$  - основное время» [19].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (13), получим:  $T_{оп} = T_B + T_o = 0,83 + 651,27 = 652,1$  мин.

«Время перерывов в работе ( $T_{пер}$ ) отводится на регламентируемый отдых и естественные потребности. Его берут по нормативам в процентном соотношении к оперативному времени ( $P_{от}$ )» [19]. По справочному материалу [19] оно равно 9 процентам от оперативного времени. (58,7 мин).

Выполним расчет штучно калькуляционного времени по формуле (14):

$$T_{шт-к} = T_o + (T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) \times K + T_{пер}, \quad (14)$$

где « $T_o$  - основное время,  $T_o$  равно 651,27 мин;

$T_{yc}$  - время на установку и снятие детали,  $T_{yc}$  равно 0,13 мин;

$T_{зо}$  - время на закрепление и открепление детали,  $T_{зо}$  равно 0,163 мин» [19];

« $T_{уп}$  - время на приемы управления,  $T_{уп}$  равно 0,21 мин;

$T_{из}$  - время на измерение детали,  $T_{из}$  равно 0,33 мин;

$K$  - вспомогательный коэффициент,  $K$  равен 3 (для единичного производства);

$T_{пер}$  - время перерывов в работе,  $T_{пер}$  равно 58,7 мин» [19].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (14), получим:  $T_{шт-к} = 651,27 + 0,83 \times 3 + 58,7 = 712,46$  мин.

Результаты нормирования приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Результаты нормирования (время приведено в часах)

Номер	Операция	T <sub>пз</sub>	T <sub>шт</sub>	T <sub>шт-к</sub>
005	Контроль	0	0	0
010	Контроль	0,5	0,5	0,75
015	Заготовительная	0,5	2,7	2,95
020	Слесарная	0	0,2	0,2
025	Расточная	0,5	4	4,25
030	Плоскошлифовальная	0,5	6	6,25
035	Фрезерование ЧПУ	6	23,9	26,9
040	Слесарная	0,2	0,75	0,85
045	Слесарная	0	0,8	0,8
050	Кругло- шлифовальная	0,3	0,7	0,85
055	Фрезерование ЧПУ	0,5	14	14,25
060	Слесарная	0,1	0,65	0,7
065	Фрезерование ЧПУ	6,5	10,45	13,7
070	Слесарная	0,1	0,95	1
075	Фрезерование ЧПУ	0,5	32	32,25
080	Контроль	0,1	0,3	0,35
085	Фрезерование ЧПУ	1	1,5	2
090	Контроль	0,1	0,3	0,35
095	Слесарная	0,3	0,6	0,75
100	Фрезерование 3D ЧПУ	2	4,8	5,8
105	Контроль	0,1	0,3	0,35
110	Слесарная	0,1	8,5	9
115	Слесарная	0,2	0,45	0,55
120	Слесарная	0,1	0,75	0,8
125	Фрезерование ЧПУ	0,5	30	30,25
130	Контроль	0,1	0,3	0,35
135	Слесарная	0,1	0,75	0,8
140	Координатно- графическая	0,1	0,5	0,55

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5
145	Фрезерование 3D ЧПУ	1,5	7,5	8,25
150	Контроль	2,5	4	5,25
155	Слесарная	0,1	0,65	0,7
160	Слесарная	0,2	0,35	0,45
165	Слесарная	0,3	4,5	4,65

Таким образом окончательное  $T_{пз}$  составило 25,6 часа, а  $T_{шт}$  составило 163,65 часа.

Выводы по разделу: в данном разделе был усовершенствован технологический процесс; выбраны средства технологического оснащения; рассчитаны режимы резания; выбран станок, на котором будет выполнен усовершенствованный технологический процесс; было произведено нормирование.

### 3 Конструкторская часть

#### 3.1 Винтовой зажим

«Зажимные механизмы предназначаются для закрепления установленных в приспособление деталей, заготовок, сборочных единиц и должны отвечать ряду требований» [7].

В данном технологическом процессе применяется винтовой зажимной механизм.

«Винтовые ручные зажимы находят большое применение в станочных приспособлениях вследствие их простоты и надёжного закрепления обрабатываемых деталей. Винтовые зажимы применяют при ручном закреплении деталей в приспособлениях, а также в приспособлениях механизированного типа и при зажиме деталей в приспособлениях-спутниках, применяемых для деталей, обрабатываемых на автоматических линиях» [2]. Составим схему зажима [22], приведенную на рисунке 10.

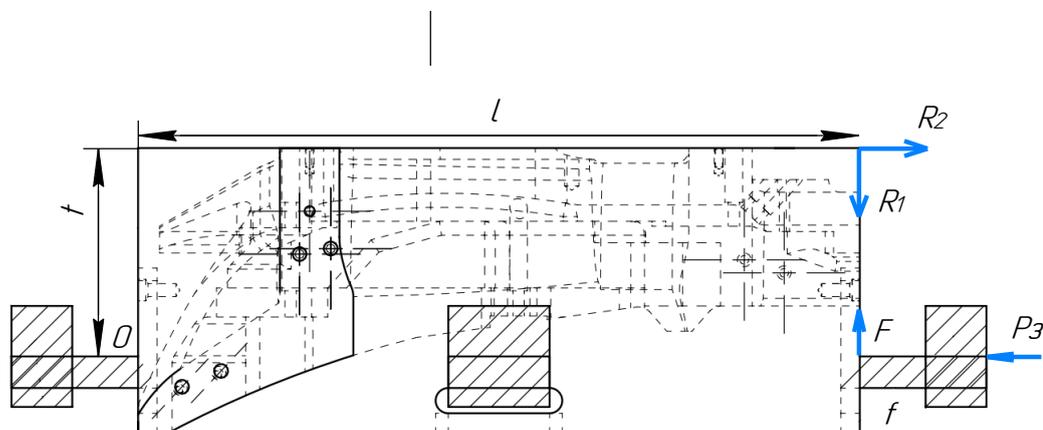


Рисунок 10 - Схема зажима:  $P_3$  - сила зажима;  $R_1$  и  $R_2$  - составляющие силы резания;  $l$  - длина заготовки;  $F$ - сила трения  $f$  - коэффициент трения;  $t$  - расстояние от верхней границы зажима до верхней границы детали,  $O$  - центровое гнездо.

Должно выполняться условие (15):

$$P_z < P_3, \quad (15)$$

где  $P_z$  - сила резания,  $P_z$  равна 409,18 Н;

$P_3$  - сила зажима.

«Выполним расчет силы зажима при продольном фрезеровании черновой обработки по формуле (16):

$$P_3 = \frac{K \times (R_2 \times t + R_1 \times l)}{(a + f \times l)}, \quad (16)$$

где  $R_2$  - сила резания при продольном фрезеровании,  $R_2$  равна 409,18 Н;

$R_1$  - сила резания при поперечном фрезеровании,  $R_1$  равна 409,18 Н;

$t$  - расстояние от верхней границы зажима до верхней границы детали,  $t$  равно 240 мм» [22];

« $l$  - длина заготовки;  $l$  равна 580 мм;

$f$  - коэффициент трения,  $f$  равен 0,2» [22];

« $K$  - коэффициент запаса, который рассчитывается по формуле (17):

$$K = K_0 \times K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5 \times K_6, \quad (17)$$

где  $K_0$  - коэффициент гарантированного запаса,  $K_0$  равен 1,5;

$K_1$  - коэффициент, который учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях,  $K_1$  равен 1,2» [22];

« $K_2$  - коэффициент, который характеризует увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента,  $K_2$  равен 1,8;

$K_3$  - коэффициент, который учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании и торцевом фрезеровании,  $K_3$  равен 1,2;

$K_4$  - коэффициент, который характеризует постоянство силы закрепления в зажимном механизме,  $K_4$  равен 1,3» [22];

« $K_5$  - коэффициент, который характеризует эргономику ручных зажимных механизмов,  $K_5$  равен 1;

$K_6$  - коэффициент, который учитывается при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку,  $K_6$  равен 1» [22].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (17), получим:

$$K = 5,05.$$

Подставив соответствующие значения параметров в формулу (16), получим:

$$P_3 = \frac{K \times (R_2 \times t + R_1 \times l)}{(a + f \times l)} = \frac{5,05 \times (409,18 \times 240 + 409,18 \times 580)}{(0 + 0,2 \times 580)} \approx 14607 \text{ Н.}$$

Условие (15) выполняется:

$$P_z < P_3$$

$$409,18 < 14607.$$

### 3.2 Расчет винтового зажимного механизма

«Рассчитаем номинальный диаметр винта по формуле (18):

$$d = 1,4 \times \sqrt{\frac{P_3}{\sigma_p}}, \quad (18)$$

где  $d$  - диаметр винта;

$P_3$  - сила зажима;  $P_3$  равна 14607 Н;

$\sigma_p$  - напряжение растяжения;  $\sigma_p = 1000$  МПа» [22].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (18), получим:

$$d = 1,4 \times \sqrt{\frac{P_3}{\sigma_p}} = 1,4 \times \sqrt{\frac{14607}{1000}} \approx 5,4 \text{ мм.}$$

Из ресурса (22 с. 86) выбираем ближайшее значение: шаг резьбы равен 1,25 мм; резьба- М8.

«Далее считаем коэффициент винтовой пары  $\eta$  по формуле (19):

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{\text{пр}})+0,67\times f_1\times \frac{D_{\text{ц}}}{d_2}}, \quad (19)$$

где  $\alpha$  - угол подъема винтовой линии резьбы,  $\alpha$  равен  $3^\circ$ ;

$f_1$  - коэффициент трения между заготовкой и винтом,  $f_1$  равен 0,16;

$d_2$  - диаметр средней резьбы,  $d_2$  равен 7,16 мм» [22];

« $D_{\text{ц}}$  - диаметр цилиндрического конца винта,  $D_{\text{ц}}$  равен 5,5 мм;

$\varphi_{\text{пр}}$  - приведенный коэффициент трения, который рассчитывается по формуле (20):

$$\varphi_{\text{пр}} = \arctan(f_1), \quad (20)$$

где  $f_1$  - коэффициент трения между заготовкой и винтом,  $f_1$  равен 0,16» [22].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (20), получим:

$$\varphi_{\text{пр}} = \arctan(f_1) \approx 9^\circ.$$

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (19), получим:

$$\eta = \frac{\operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{tg}(\alpha+\varphi_{\text{пр}})+0,67\times f_1\times \frac{D_{\text{ц}}}{d_2}} = \frac{\operatorname{tg}3^\circ}{\operatorname{tg}(3^\circ+9^\circ)+0,67\times 0,16\times \frac{5,5}{7,16}} = 0,2.$$

«По формуле (21) рассчитаем крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = P_3 \times (0,1 \times d_2 + 0,33 \times D_{\text{ц}} \times f_1), \quad (21)$$

где  $P_3$  - сила зажима,  $P_3$  равна 10331,8 Н;

$d_2$  - диаметр средней резьбы,  $d_2$  равен 7,16 мм» [22];

« $D_{\text{ц}}$  - диаметр цилиндрического конца винта,  $D_{\text{ц}}$  равен 5,5 мм;

$f_1$  - коэффициент трения между заготовкой и винтом,  $f_1$  равен 0,16»

[22].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (21), получим:

$$M_{кр} = 10331,8 \times (0,1 \times 7,16 + 0,33 \times 5,5 \times 0,16) \approx 10,4 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Чертеж станочного приспособления будет представлен в графической части работы. Спецификация в приложении Б.

### **3.3 Проектирование концевой фрезы**

«Фрезы - режущие инструменты, обычно используемые на фрезерных станках или обрабатывающих центрах для выполнения операций фрезерования» [29]. «По способу крепления - на фрезы хвостовые и фрезы насадные. По конструктивному исполнению - на фрезы цельные и сборные» [24].

«Режущая часть цельных фрез изготавливается из быстрорежущих сталей или твердых сплавов. При этом хвостовые фрезы из быстрорежущих сталей диаметром менее 12 мм изготавливаются цельными, а более 12 мм делают сварными, с хвостовиком из конструкционных сталей. Твердосплавные фрезы могут изготавливаться целиком из твердого сплава, иметь цельно-твердосплавную рабочую часть либо пластины, припаиваемые или приклеиваемые к хвостовику или корпусу. Сборные фрезы оснащаются ножами из быстрорежущих сталей, с напаянными пластинами из твердого сплава или сверхтвердых материалов, а также неперетачиваемыми пластинами из различных материалов» [13].

При чистовой обработке применяется фреза концевая цельная твердосплавная. Эскиз фрезы приведен на рисунке 11.

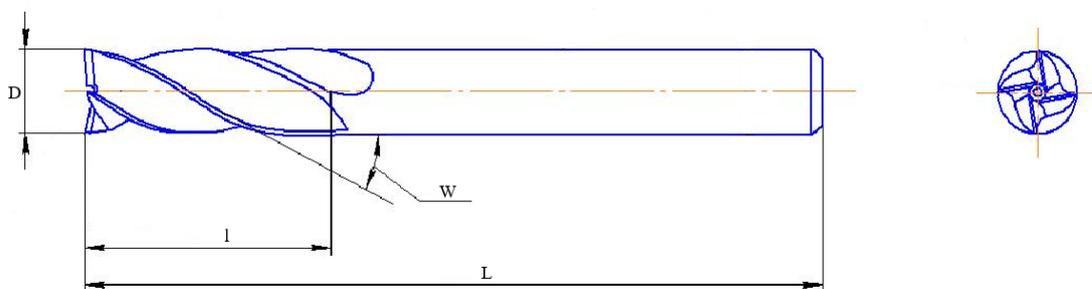


Рисунок 11 - фреза концевая

Опишем характеристики фрезы в таблице 12.

Таблица 12 - Характеристики фрезы

Параметр	Значение
D - диаметр фрезы	20 мм
L - длина фрезы	185 мм
l - длина режущей части фрезы	60 мм
Z - количество зубьев фрезы	4
W - угол наклона главной режущей кромки	30°

«Произведем проверочный расчет по диаметру фрезы по формуле (22):

$$D = 0,4 \times B^{0,2} \times t^{0,175} \times S_z^{0,14} \times z^{0,2} \times l^{0,62} \times y^{-0,2}, \quad (22)$$

где B - ширина фрезерования, B равна 16 мм;

t - глубина фрезерования, t равна 0,3 мм;

$S_z$  - подача на зуб фрезы,  $S_z$  равна 0,09 мм» [21];

«z - количество зубьев фрезы, z равно 4;

l - вылет фрезы относительно шпинделя, l равен 105 мм;

y - допустимый прогиб оправки, y равен 0,2 мм» [21].

Подставив соответствующие значения параметров в формулу (22),

получим:

$$D = 0,4 \times 16^{0,2} \times 0,3^{0,175} \times 0,09^{0,14} \times 4^{0,2} \times 105^{0,62} \times 0,2^{-0,2} \approx 20 \text{ мм}$$

«Ширина фрезерования находится по формуле (23):

$$B = \frac{D}{1,25}, \quad (23)$$

где  $D$  - диаметр фрезы,  $D$  равен 20 мм» [21].

Подставив значение соответствующего параметра в формулу (23), получим:

$$B = \frac{D}{1,25} = \frac{20}{1,25} \approx 16 \text{ мм.}$$

«Проверим фрезу на равномерность фрезерования по формуле (24):

$$K = \frac{B}{S_{oc}}, \quad (24)$$

где  $B$  - ширина фрезерования,  $B$  равна 16 мм» [21];

« $S_{oc}$  - осевой шаг зубьев фрезы, который рассчитывается по формуле (25):

$$S_{oc} = \frac{\pi \times D \times ctg(w)}{z}, \quad (25)$$

где  $\Pi$  - число «Пи»,  $\Pi$  равно 3,14;

$D$  - диаметр фрезы,  $D$  равен 20 мм;

$w$  - угол наклона зубьев,  $w$  равен 30 градусов;

$z$  - количество зубьев,  $z$  равно 4» [21].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (20), получим:

$$S_{oc} = \frac{3,14 \times 20 \times ctg(30^\circ)}{4} \approx 26,7 \text{ мм.}$$

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (24), получим:

$K = \frac{B}{S_{oc}} = \frac{16}{26,7} \approx 0,6$ . Значение коэффициента близко к целому числу, значит условие равномерного фрезерования выполняется.

«Произведем расчет мощности, затрачиваемой на фрезерование по формуле (26):

$$N = 10^{-5} \times C_N \times t^{0,86} \times n \times B \times S_z^{0,72} \times D^{0,14} \times z, \quad (26)$$

где  $C_N$  - коэффициент мощности, затрачиваемой на фрезерование, в зависимости от обрабатываемого материала,  $C_N$  равен 3,5;

$t$  - глубина фрезерования,  $t$  равна 0,3 мм;

$B$  - ширина фрезерования,  $B$  равна 16 мм» [21];

« $D$  - диаметр фрезы,  $D$  равен 20 мм;

$z$  - количество зубьев фрезы,  $z$  равно 4;

$S_z$  - подача на зуб фрезы,  $S_z$  равна 0,09 мм;

$n$  - подача» [21];  $n$  рассчитывается по формуле (3); Скорость резания  $V$ , рассчитанная аналитически равна 250 мм/мин.  $n$  равна 3980 об/мин.

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (26), получим:

$$N = 10^{-5} \times 3,5 \times 0,3^{0,86} \times 3980 \times 16 \times 0,09^{0,72} \times 20^{0,14} \times 4 \approx$$

0,86 кВт. Это меньше мощности станка по паспорту, поэтому условие выполняется.

### **3.4 Изменение в конструкции плиты**

Данная монтажная плита применяется при чистовой обработке. На рисунке 12 изображен эскиз измененной монтажной плиты.

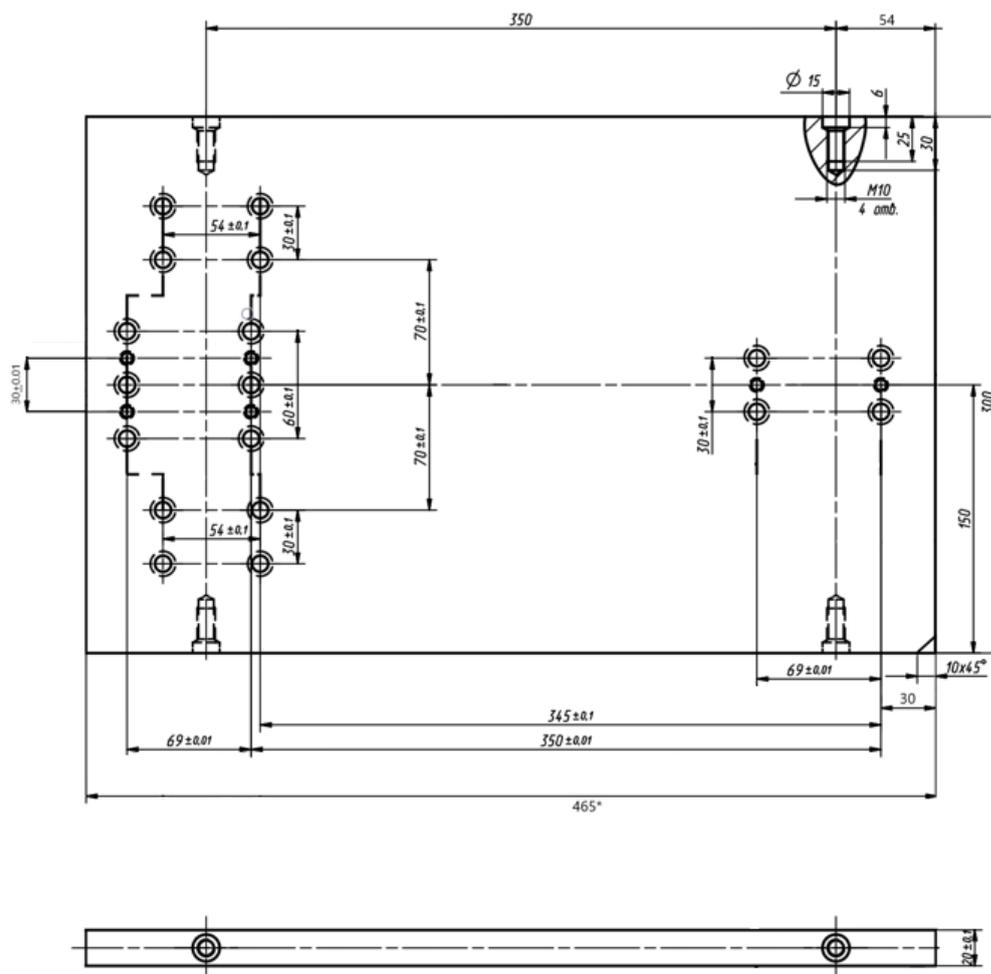


Рисунок 12 - Измененная монтажная плита

В данной монтажной плите предлагаю уменьшить длину плиты (с 600 мм до 465 мм). Это скажется на стоимости монтажной плиты, стоимость монтажной плиты уменьшится. Данный расчет будет произведен в разделе «Экономический эффект».

«Монтажная плита служит опорой для размещения комплектующих элементов и предназначена для установки в различных устройствах и объектах. На данную монтажную плиту устанавливаются три стойки, а на них две втулки. Затем на две втулки (на двух стойках) и стойку устанавливается калибр для обработки наружной поверхности на станке с ЧПУ» [15].

### 3.5 Расчет приспособления на точность, описание конструкции и принципа работы сборной конструкции

Выполним расчет приспособления на точность установки.

В продольном направлении по формуле (27):

$$E_y = \left( \operatorname{tg} \left( \frac{\Delta}{L} \right) \right) \times L_1, \quad (27)$$

где  $\Delta$  - сумма погрешностей установки стоек по высоте;

$L$  - расстояние между опорами;

$L_1$  - длина детали.

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (27), получим:  $E_y = \left( \operatorname{tg} \left( \frac{\Delta}{L} \right) \right) \times L_1 = \left( \operatorname{tg} \left( \frac{0,02}{350} \right) \right) \times 564 = 0,032$  мм.

В поперечном направлении по формуле (28):

$$E_y = \left( \operatorname{tg} \left( \frac{\Delta}{L_2} \right) \right) \times L_1, \quad (28)$$

где  $\Delta$  - сумма погрешностей установки стоек по высоте;

$L_2$  - расстояние между опорами;

$L_1$  - длина детали.

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (28), получим:  $E_y = \left( \operatorname{tg} \left( \frac{\Delta}{L_2} \right) \right) \times L_1 = \left( \operatorname{tg} \left( \frac{0,02}{112} \right) \right) \times 564 = 0,1$  мм.

Описана конструкция калибра в сборе при чистовом фрезеровании, так как в этой конструкции была изменена монтажная плита.

Калибр при чистовом фрезеровании, закреплен на стойках, позиции 2,3,4, которые, в свою очередь, закреплены на монтажной плите, позиция 1, с помощью винтов, позиция 8. Калибр устанавливается на стойки, позиции 3,4,

с помощью втулок, позиции 5,6. Штифт, позиция 7, крепится в штифтовое отверстие, проходящее через монтажную плиту, позиция 1.

При чистовом фрезеровании сила резания действует на калибр, который удерживается стойками, позиции 2,3,4, которые присоединены к монтажной плите, позиция 1. Винты, позиция 8, соединяют монтажную плиту, позиция 1, со стойками, позиции 2,3,4. Штифт, позиция 7, предотвращает взаимное смещение стоек, позиции 3,4, относительно монтажной плиты, позиция 1. Втулки, позиции 5,6, уменьшает трение, возникающее при фрезеровании, между калибром и стойками, позиции 3,4.

Выводы по разделу: в данном разделе была рассчитана сила зажима при максимальной силе резания; фреза была проверена на возможность ее применения при чистовой обработке; была усовершенствована технологическая оснастка (монтажная плита №2), применяемая при чистовой обработке; была описана конструкция калибра при чистовой обработке.

## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

### 4.1 Конструктивно - технологическая и организационно - техническая характеристика рассматриваемого технического объекта

«Технический объект выпускной квалификационной работы - «технологический процесс изготовления калибра фары для LADA GRANTA» характеризуется техническим паспортом, приведенным в таблице 13».

Таблица 13 - Технический паспорт технологического процесса

Номер п/п	Технологическая операция	Наименование должности работника, выполняющего технологическую операцию	Оборудование и инструменты	Материалы
005	Контроль	Контроллер	Микрометр	Заготовка
010	Контроль	Контроллер	Микрометр	Заготовка
015	Заготовительная	Фрезеровщик	Фрезерный станок	Заготовка
020	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной и механизированный инструмент	Заготовка
025	Расточная	Токарь-расточник	Горизонтально-расточной станок	Заготовка
030	Плоскошлифовальная	Шлифовщик	Плоскошлифовальный станок	Заготовка
035	Фрезерование ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
040	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Заготовка
045	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Заготовка

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5
050	Кругло-шлифовальная	Шлифовщик	Кругло-шлифовальный станок	Заготовка
055	Фрезерование ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
060	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Заготовка
065	Фрезерование ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
070	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной и механизированный инструмент	Заготовка
075	Фрезерование ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
080	Контроль	Контроллер	Микрометр	Заготовка
085	Фрезерование ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
090	Контроль	Контроллер	Микрометр	Заготовка
095	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной и механизированный инструмент	Заготовка
0100	Фрезерование 3D ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
0105	Контроль	Контроллер	Микрометр	Заготовка
0110	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной и механизированный инструмент	Заготовка
0115	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Заготовка
0120	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Заготовка
0125	Фрезерование ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
0130	Контроль	Контроллер	Микрометр	Заготовка
0135	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной и механизированный инструмент	Заготовка
0140	Координатно-графическая	Оператор ЭВМ	Графическая станция	Заготовка
0145	Фрезерование 3D ЧПУ	Оператор станка с ЧПУ	Фрезерный станок с ЧПУ	Заготовка
0150	Контроль	Контроллер	КИМ	Калибр
0155	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Калибр
0160	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной и механизированный инструмент	Калибр
0165	Слесарная	Слесарь МСР	Ручной инструмент	Калибр

В таблице 13 приведен технический паспорт объекта, приведены

должности рабочих, выполняющих технологические операции, а также показано оборудование.

#### **4.2 Идентификация профессиональных рисков**

Профессиональные риски будут идентифицированы в таблице Г.1 - Идентификация профессиональных рисков (приложение Г).

#### **4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

В таблице Д.1 - Организационно - технические методы и технические средства устранения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов (приложение Д) будут приведены методы и средства снижения профессиональных рисков.

#### **4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта**

В таблице Е.1 - Идентификация классов и опасных факторов пожаров (приложение Е) приведены опасные факторы пожара, сопутствующие проявления опасных факторов пожаров и определен класс пожара.

#### **4.5 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта**

Исходя из определенных в таблице 16 опасных факторов пожара и сопутствующих проявлений опасных факторов пожаров необходимо выбрать технические средства обеспечения пожарной безопасности. Они будут приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Технически средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарные связи, сигнализация и оповещение
Огнетушители: ОВП - 10, ОП - 100, ОВП - 100	Мотопомпа пожарная	Автоматические установки пожаротушения,	Извещатель ИП - 212 - 141	Пожарный щит класса ЩП-А	Противогазы и респираторы	Лопаты, топоры, ломы, крюки, гидравлические ножницы, домкраты дверные, лебедки, пневматические и гидравлические домкраты	Специальные системы оповещения пожаров, автоматические извещатели

В таблице 14 приведены технические средства пожарной безопасности.

Также необходимо разработать и предложить организационно - технические мероприятия по обеспечению пожарной безопасности с учетом особенностей и типа реализуемого технологического процесса. Они приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Организационные (организационно - технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Продолжение таблицы 15

1	2	3
Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технологического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Фрезерный станок	Обучение рабочих правилам пожарной безопасности, инструктаж рабочих	Противопожарные тренировки; персонал обучен действиям при возникновении пожара
Шлифовальный станок	Обучение рабочих правилам пожарной безопасности, инструктаж рабочих	Противопожарные тренировки; персонал обучен действиям при возникновении пожара

#### 4.6 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Негативные экологические факторы технического объекта будут приведены в таблице Ж.1 - Идентификация негативных экологических факторов технического объекта (приложение Ж).

Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду будут представлены в таблице 3.1 - Разработанные организационно - технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду (приложение 3).

Выводы по разделу: в данном разделе были выявлены профессиональные риски, были определены опасные факторы пожара, были выявлены негативные экологические факторы технического объекта.

## 5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела - сравнить стоимость применяемого и проектируемого технологических процессов и обосновать изменения в применяемом технологическом процессе посредством экономических расчетов.

Базовый вариант - калибр изготавливается на нескольких фрезерных станках с ЧПУ («FDNC 125 Макино», «WF-3 «Бокö», «ОЦ(Б)МОД.HMS 3000») в разных цехах; обработка происходит торцевой фрезой (P6M5) при черновой обработке и концевой фрезой (P6M5) при чистовой обработке, также калибр прожигается электродом (электроэрозионная операция). Тип производства - единичный. Условия труда - нормальные. Форма оплата труда - сдельно - премиальная (повременно - премиальная).

Проектируемый вариант - Калибр изготавливается на одном фрезерном станке с ЧПУ («МАНО 1600 S») в одном цехе; обработка происходит торцевой фрезой (P6M5) при черновой обработке и концевой фрезой (P6M5) при чистовой обработке. Тип производства - единичный. Условия труда - нормальные. Форма оплата труда - сдельно-премиальная.

В таблице 16 будут приведены исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов.

Таблица 16 - Исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов

№	Показатели	Обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проект
1	«Годовая программа выпуска» [11]	П <sub>г</sub> , ч	2	2
2	«Норма штучного времени, в т.ч. машинное время» [11]	T <sub>шт</sub> , ч T <sub>маш</sub> , ч	T <sub>шт</sub> =195,2 ч T <sub>маш</sub> =118,9 ч	T <sub>шт</sub> =163,65 T <sub>маш</sub> = 96,35 ч
3	«Часовая тарифная ставка Рабочего-оператора: Наладчика» [11]:	C <sub>ч</sub> , руб. C <sub>чн</sub> , руб.	84,96 106,31	84,96 106,31

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
4	«Эффективный годовой фонд времени рабочего» [11]	« $\Phi_{ЭР}$ , час.» [11]	1731	1731
5	«Коэффициент доплаты до часового, дневного и месячного фондов» [11]	« $\kappa_D$ » [11]	1,08	1,08
6	«Коэффициент доплат за мастерство (начиная с 3-го разряда)» [11]	« $\kappa_{ПФ}$ » [11]	1,14	1,14
7	«Коэффициент доплат за условия труда» [11]	« $\kappa_V$ » [11]	1,087 1,116	1,087 1,116
8	«Коэффициент доплат за вечерние и ночные часы» [11]	« $\kappa_H$ » [11]	1,076	1,076
9	«Коэффициент премирования» [11]	« $\kappa_{ПР}$ » [11]	1,12	1,12
10	«Коэффициент выполнения норм» [11]	« $\kappa_{ВН}$ » [11]	1,2	1,2
11	«Коэффициент отчисления на социальные нужды» [11]	« $\kappa_C$ » [11]	0,3	0,3
12	«Трудоемкость проектирования техники, технологии» [11]	« $T_{ТР.ПР}$ , час.» [11]	950	950
13	«Цена единицы оборудования» [11]	« $C_{ОБ}$ , руб.» [11]	2295400	2400000
14	«Коэффициент расходов на доставку и монтаж оборудования (0,1...0,25)» [11]	« $\kappa_{МОНТ}$ » [11]	0,1	0,1
15	«Выручка от реализации изношенного оборудования (5% от цены)» [11]	« $B_{Р.ОБ}$ , руб.» [11]	114770	120000
16	«Эффективный годовой фонд времени работы оборудования» [11]	« $\Phi_{Э}$ , час.» [11]	1731	1731
17	«Годовая норма амортизационных отчислений (3,5...15)» [11]	« $H_A$ , %» [11]	10	10
18	«Коэффициент на текущий ремонт оборудования» [11]	« $\kappa_P$ » [11]	0,3	0,3
19	«Установленная мощность электродвигателя станка» [11]	$M_y$ , кВт.	22	22
20	«Коэффициент одновременности работы электродвигателей (0,8...1,0)» [11]	« $\kappa_{ОД}$ » [11]	1	1
21	«Коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (0,7...0,8)» [11]	« $\kappa_M$ » [11]	0,8	0,8

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
22	«Коэффициент загрузки электродвигателя станка по времени (0,5...0,85)» [11]	« $\kappa_B$ » [11]	0,7	0,7
23	«Коэффициент потерь электроэнергии в сети завода (1,04...1,08)» [11]	« $\kappa_{II}$ » [11]	1,05	1,05
24	«Тариф платы за электроэнергию» [11]	$C_{Э}, руб./кВт$	3,02	3,02
25	«Коэффициент полезного действия станка (0,7...0,95)» [11]	« $K_{ПД}$ » [11]	0,88	0,88
26	«Цена (себестоимость изготовления) единицы инструмента» [11]	« $C_{II}, руб.$ » [11]	90,80	90,80
27	«Коэффициент транспортно-заготовительных расходов на доставку инструмента» [11]	« $K_{ТР}$ » [11]	1,02	1,02
28	«Выручка от реализации изношенного инструмента по цене металлолома (20% от цены)» [11]	« $B_{P,II}, руб.$ » [11]	18,16	18,16
29	«Количество переточек инструмента до полного износа» [11]	« $N_{ПЕР}$ » [11]	30	30
30	«Стоимость одной переточки» [11]	« $C_{ПЕР}, руб.$ » [11]	154,22	154,22
31	«Коэффициент случайной убыли инструмента» [11]	« $\kappa_{УБ}$ » [11]	1,1	1,1
32	«Стойкость инструмента между переточками» [11]	« $T_{II}, час.$ » [11]	2	2
33	«Цена единицы приспособления» [11]	« $C_{ПР}, руб.$ » [11]	2169,70	2169,70
34	«Коэффициент, учитывающий затраты на ремонт приспособления (1,5...1,6)» [11]	« $\kappa_{P,ПР}$ » [11]	1,5	1,5
35	«Выручка от реализации изношенного приспособления (20% от цены)» [11]	« $B_{P,ПР}, руб.$ » [11]	433,94	433,94
36	«Количество приспособлений, необходимое для производства годовой программы деталей» [11]	« $N_{ПР}, шт.$ » [11]	2	2
37	«Физический срок службы приспособления (3...5 лет)» [11]	« $T_{ПР}, лет.$ » [11]	4	4

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
38	«Коэффициент загрузки приспособления (равный коэффициенту загрузки оборудования)» [11]	« $\kappa_3$ » [11]	0,8	0,8
39	«Расход на смазочно-охлаждающие жидкости (510...2030 руб. на один станок в год)» [11]	« $H_{CM}$ , руб.» [11]	1500	1500
40	«Удельный расход воды для охлаждения на один час работы станка» [11]	« $У_B$ , м <sup>3</sup> /час» [11]	0,6	0,6
41	«Тариф платы за 1 м <sup>3</sup> воды» [11]	« $Ц_B$ , руб.» [11]	2,12	2,12
42	«Удельный расход воздуха за 1 час работы установки, приспособления (0,1...0,15 м <sup>3</sup> /час)» [11]	« $У_{СЖ}$ , м <sup>3</sup> /час» [11]	0,12	0,12
43	«Тариф платы за м <sup>3</sup> сжатого воздуха» [11]	$Ц_{СЖ}$ , руб./м <sup>3</sup>	0,322	0,322
44	«Площадь, занимаемая одним станком» [11]	$P_{УД}$ , м <sup>2</sup>	20	16,65
45	«Коэффициент, учитывающий дополнительную площадь» [11]	$\kappa_{Д.пл}$	3	3
46	«Стоимость эксплуатации 1 м <sup>2</sup> площади здания в год» [11]	$Ц_{пл}$ , руб./м <sup>2</sup>	4500	4500
47	«Норма обслуживания станков одним наладчиком (10...20 станков на одного рабочего)» [11]	« $H_{ОБСЛ}$ , ед.» [11]	10	10
48	«Материал заготовки и метод получения» [11]		Алюминий (фрезерование)	Алюминий (фрезерование)
49	«Масса заготовки» [11]	$M_3$ , кг.	78	78
50	«Вес отходов в стружку» [11]	$M_{ОТХД}$ , кг.	75	75
51	«Цена 1 кг материала заготовки» [11]	$Ц_{МАТ}$ , руб./кг	451,6	451,6
52	«Цена 1 кг отходов» [11]	$Ц_{ОТХ}$ , руб./кг	1,49	1,49
53	«Коэффициент транспортно-заготовительных расходов (1,05...1,06 - для черных металлов; 1,01...1,02 - для цветных металлов)» [11]	« $\kappa_{Т.З}$ » [11]	1,01	1,01
54	«Физический срок службы детали (долговечность), если она повышается» [11]	« $T_D$ , лет» [11]	5	5
55	«Затраты на разработку одной программы» [11]	$З_{У.П.}$ , руб.	65000	65000

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
56	«Коэффициент, учитывающий потребности восстановления управляющей программы» [11]	« $\kappa_{B.ПР}$ » [11]	1,1	1,1
57	«Период выпуска деталей данного наименования» [11]	« $T_{ПЕР}, лет$ » [11]	3	3
58	«Величина запуска деталей (размер партии запуска)» [11]	« $H_{ЗАП}, шт$ » [11]	2	2
59	«Межоперационное время на передачу партии деталей» [11]	« $T_{М.О}, час.$ » [11]	0,5	0,5

В таблице 16 были приведены исходные данные для экономического обоснования сравниваемых вариантов.

В таблице 17 будет приведен расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки.

Таблица 17 - Расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки

1	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Базовый	Проект
1	2	3	4	5
1	«Расчетное количество основного технологического оборудования по изменяющимся операциям технологического процесса детали, шт.» [11]	« $H_{ОБ.РАСЧ} = \frac{T_{ШП} \cdot П_{Г}}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot \kappa_{ВН}}$ » [11]	0,2	0,16
2	«Принятое количество оборудования, шт.» [11]	«Расчетное количество оборудования округляется до ближайшего большего, целого числа $H_{ОБ.ПРИН} = H_{ОБ}$ » [11]	1	1
3	«Коэффициент загрузки оборудования» [11]	« $\kappa_3 = \frac{H_{ОБ.РАСЧ}}{H_{ОБ.ПРИН}}$ » [11]	0,2	0,16

Продолжение таблицы 17

1	2	3	4	5
4	«Средний коэффициент загрузки (определяется если в расчетах участвует несколько операций)» [11]	$\langle \kappa_{3.CP} = \frac{\sum_{i=1}^m \kappa_3}{m} \rangle [11]$	0,2	0,16
Дополнительные исходные данные для станков с ЧПУ				
5	«Количество наименований однотипных деталей, обрабатываемых на станке с ЧПУ, шт.» [11]	$\langle N_{ДЕТ} = \frac{\Phi_{\text{Э}} \cdot 60}{T_{шт} \cdot П_{Г}} \rangle [11]$	4	5
5	«Среднесуточный запуск деталей, шт.» [11]	$\langle П_{СВТ} = \frac{П_{Г}}{Д_{Р}} = \frac{П_{Г}}{360} \rangle [11]$	0,0056	0,0056
6	«Длительность производственного цикла, дней» [11]	$\langle T_{Ц} = \frac{N_{ЗАП} \cdot T_{шт} + 2 \cdot T_{М.О}}{16} \rangle [11]$	24,5	20,5

В таблице 17 произведен расчет необходимого количества оборудования и коэффициентов загрузки.

В таблице 18 будет произведен расчет капитальных вложений по сравниваемым вариантам.

Таблица 18 - Расчет капитальных вложений по сравниваемым вариантам

1	Наименование, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	2	3	4	5
1	«Прямые капитальные вложения в основное технологическое оборудование, руб.» [11]	$\langle K_{ОБ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot \kappa_3 \rangle [11]$	459080	384000
2	Сопутствующие капитальные вложения:			

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5
2.1	«Затраты на проектирование, руб.» [11]	$\ll Z_{\text{ПР}} = T_{\text{ТР.ПР}} \cdot C_{\text{Ч.ТЕХ}} \gg$ <p>где: <math>C_{\text{Ч.ТЕХ}}</math> - часовая заработная плата конструктора, технолога:</p> $C_{\text{Ч.ТЕХ}} = \frac{\text{Оклад}_{\text{КОНСТ(ТЕХН)}}}{D_{\text{Р.МЕС}} \cdot T_{\text{СМ}}}$ <p>где: <math>T_{\text{СМ}}=8</math> - продолжительность рабочей смены; <math>\text{Оклад}_{\text{(ТЕХН)}}</math> - месячный оклад конструктора, технолога; <math>D_{\text{Р.МЕС}}=22</math> - количество рабочих дней в месяце» [11]</p>	94107	94107
2.2	«Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.» [11]	$\ll K_{\text{М}} = K_{\text{ОБ}} \cdot \kappa_{\text{МОНТ}} \gg$ [11]	45908	38400
2.3	«Затраты на транспортные средства, руб.» [11]	$\ll K_{\text{ТР}} = K_{\text{ОБ}} \cdot 0,05 \gg$ [11]	22954	19200
2.4	«Затраты на дорогостоящие приспособления, руб.» [11]	$\ll K_{\text{ПР}} = \sum_1^m H_{\text{ПР}} \cdot C_{\text{ПР}} \cdot \kappa_3 \gg$ [11]	867,9	694,3
2.5	«Затраты на инструмент, руб.» [11]	$\ll K_{\text{И}} = \sum_1^m \frac{C_{\text{И}} \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot P_{\text{Г}} \cdot \kappa_{\text{УБ}}}{T_{\text{И}} \cdot (H_{\text{ПЕР}} + 1) \cdot 60} \gg$ [11]	383	310
2.6	«Затраты в эксплуатацию производственных площадей, занятых основным технологическим оборудованием, руб.» [11]	$\ll K_{\text{Э.ПЛ}} = \sum_1^m H_{\text{ОБ}} \cdot P_{\text{УД}} \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_{\text{Д.ПЛ}} \cdot C_{\text{Э.ПЛ}} \gg$ [11]	216000	179820
2.7	«Стоимость аппаратуры для записи программ (для станков с ЧПУ), руб.» [11]	$\ll K_{\text{АП}} = 0,06 \cdot \sum_1^m H_{\text{ОБ.ЧПУ}} \cdot C_{\text{ОБ.ЧПУ}} \cdot \kappa_3 \gg$ [11]	27544,8	23040
2.8	«Оборотные средства в незавершенном производстве (для станков с ЧПУ), руб.» [11]	$\ll \text{НЗП} = P_{\text{СУТ}} \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C_{\text{ТЕХ}} \gg$ <p>где: <math>C_{\text{ТЕХ}}</math> - технологическая себестоимость изготовления детали» [11]</p>	12911	12911

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5
2.9	«Затраты на демонтаж заменяемого оборудования, руб.» [11]	$\langle Z_{ДЕМ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot 0,1$ <p>Расчет ведется на реализуемое оборудование из-за ненадобности в случае замены» [11]</p>	–	240000
2.10	«Выручка от реализации заменяемого оборудования, руб.» [11]	$\langle B_{РЕАЛ} = \sum_1^m H_{ОБ} \cdot Ц_{ОБ} \cdot 0,05$ <p>Расчет ведется на реализуемое оборудование из-за ненадобности в случае замены» [11]</p>	–	120000
2.11	«Итого сопутствующие капитальные вложения, руб.» [11]	$\langle K_{СОП} = Z_{ПР} + K_M + K_{ТР} + K_{ПР} + K_{И} + K_{Э.ПЛ} + K_{АП} + НЗП + Z_{ДЕМ} - B_{РЕАЛ}$ <p>» [11]</p>	420674,9	488482,3
3	«Общие капитальные вложения, руб.» [11]	$\langle K_{ОБЩ} = K_{ОБ} + K_{СОП} \rangle$ [11]	879754,9	872482,3
4	«Удельные, капитальные вложения, руб.» [11]	$\langle K_{УД} = \frac{K_{ОБЩ}}{П_G} \rangle$ [11]	439877,5	436241,2

В таблице 18 был произведен расчет капитальных вложений по сравниваемым вариантам.

В таблице 19 будет выполнен расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций.

Таблица 19 - Расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций

1	Наименование показателей	Расчетные формулы и расчет	Значения показателей	
			Баз.	Пр.
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5
1	«Основные материалы за вычетом отходов, руб.» [11]	« $M = M_3 \cdot Ц_{МАТ} \cdot \kappa_{ТЗ} - M_{ОТХ} \cdot Ц_{ОТХ}$ » [11]	35465, 25	35465, 25
2	«Основная заработная плата рабочих операторов, руб.» [11]	«Для серийного и мелкосерийного производства $З_{ПЛ.ОП} = \frac{\sum T_{ШТ} \cdot C_q}{60} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_{ПФ} \cdot \kappa_{ПР} \cdot \kappa_D \cdot \kappa_{ВН} \cdot \kappa_H$ Для массового и крупносерийного производства $З_{ПЛ.ОП} = \frac{\sum^m P_{ОБЩ} \cdot C_q \cdot \Phi_{ЭР} \cdot \kappa_{З.СР}}{\Pi_{Г}} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_{ПФ} \cdot \kappa_{ПР} \cdot \kappa_D \cdot \kappa_{ВН} \cdot \kappa_H$ [11]	32097	26909, 2
3	«Основная заработная плата наладчика, руб.» [11]	« $З_{ПЛ.Н} = \frac{C_{ЧН} \cdot \Phi_{ЭР} \cdot H_{ОБ.ОБЩ} \cdot \kappa_{З.СР}}{\Pi_{Г} \cdot H_{ОБСЛ}} \cdot \kappa_y \cdot \kappa_{ПФ} \cdot \kappa_{ПР} \cdot \kappa_D \cdot \kappa_H$ » [11]	3047,2	2437,7
4	«Начисления на заработную плату, руб.» [11]	« $H_{ЗПЛ} = (З_{ПЛ.ОП} + З_{ПЛ.Н}) \cdot \kappa_C$ » [11]	10543, 3	8804,1
5	Расходы по содержанию и эксплуатации оборудования			
5.1	«Расходы на текущий ремонт оборудования, руб.» [11]	« $P_{Р.ОБ} = \frac{\sum^m (Ц_{ОБ} \cdot (\kappa_{МОИТ} + 1) - B_{Р.ОБ}) \cdot H_{ОБ} \cdot \kappa_3}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot \kappa_{ВН}} \cdot \kappa_P$ » [11]	1,161	0,96
5.2	«Расходы на амортизацию оборудования, руб.» [11]	$P_A = \frac{\sum^m (Ц_{ОБ} \cdot (\kappa_{МОИТ} + 1) - B_{Р.ОБ}) \cdot H_{ОБ} \cdot \kappa_3}{\Phi_{Э} \cdot 60 \cdot \kappa_{ВН} \cdot 100} \cdot H_A$	0,387	0,32
5.3	«Расходы на технологическую энергию, руб.» [11]	$P_{Э} = \frac{\sum^m M_y \cdot T_{МАШ}}{КПД \cdot 60} \cdot \kappa_{ОД} \cdot \kappa_M \cdot \kappa_B \cdot \kappa_{П} \cdot Ц_{Э}$	7540	6110,5
5.4	«Расходы на содержание приспособлений, руб.» [11]	« $P_{ПР} = \sum^m \frac{(Ц_{ПР} \cdot \kappa_{Р.ПР} - B_{Р.ПР}) \cdot H_{ПР} \cdot \kappa_3}{T_{ПР} \cdot \Pi_{Г}}$ » [11]	564,1	564,1



Продолжение таблицы 19

1	2	3	4	5
5.5	«Расходы на инструмент, руб.» [11]	$\left\langle P_{II} = \sum_1^m \frac{((C_{II} \cdot \kappa_{TP} - B_{P,II}) \cdot \kappa_{УБ} + C_{ПЕР}) \cdot T_{МАШ}}{T_{II} \cdot (H_{ПЕР} + 1) \cdot 60} \right\rangle$ <p>[11]</p>	452,8	366,9
5.6	«Расходы на смазочные, обтирочные материалы и охлаждающие жидкости, руб.» [11]	$\left\langle P_{CM} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot \kappa_3}{\Pi_{\Gamma}} \cdot H_{CM} \right\rangle$ [11]	150	120
5.7	«Расходы на воду технологическую, руб.» [11]	$\left\langle P_B = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot \kappa_3 \cdot \Phi_{\text{Э}}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \gamma_B \cdot C_B \right\rangle$ [11]	220,2	176,1
5.8	«Расходы на сжатый воздух, руб.» [11]	$\left\langle P_{CЖ} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot \kappa_3 \cdot \Phi_{\text{Э}}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot \gamma_{CЖ} \cdot C_{CЖ} \right\rangle$ [11]	6,69	5,35
5.9	«Расходы на содержание и эксплуатацию производственной площади, руб.» [11]	$\left\langle P_{ПЛ} = \frac{\sum_1^m H_{OB} \cdot P_{УД} \cdot \kappa_3 \cdot \kappa_{Д.ПЛ}}{\Pi_{\Gamma}} \cdot C_{\text{Э.ПЛ}} \right\rangle$ [11]	27000	17982
5.10	«Расходы на поставку и эксплуатацию управляющих программ для станков с ЧПУ, руб.» [11]	$\left\langle P_{У.ПР} = \sum_1^m \frac{3_{У.ПР} \cdot \kappa_3 \cdot H_{ДЕТ} \cdot \kappa_{В.ПР}}{\Pi_{\Gamma} \cdot T_{ПЕР}} \right\rangle$ [11]	9533,3	9533,3
5.11	«Итого расходы по содержанию и эксплуатации оборудования, руб.» [11]	$\left\langle P_{\text{Э.ОБ}} = P_{P.OB} + P_A + P_{\text{Э}} + P_{ПР} + P_{II} + P_{CM} + \right. \\ \left. + P_B + P_{CЖ} + P_{ПЛ} + P_{У.ПР} \right\rangle$ <p>[11]</p>	45468, 6	34859, 6

В таблице 19 произведен расчет технологической себестоимости изменяющихся по вариантам операций.

В таблице 20 будет произведен расчет себестоимости обработки детали

Таблица 20 - Расчет себестоимости обработки детали

Продолжение таблицы 20

	Статьи затрат	Затраты, руб.		Изменения +/-
		Базовый	Проект	
1	«Материалы за вычетом отходов» [11]	35465,25	35465,25	0
2	«Основная заработная плата рабочих операторов: $Z_{ПЛ.ОСН} = Z_{ПЛ.ОП} + Z_{ПЛ.НАЛ}$ » [11]	35144,2	29346,9	-
3	«Начисления на заработную плату: $H_{З.ПЛ}$ » [11]	10543,3	8804,1	-
4	«Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования: $P_{Э.ОБ}$ » [11]	63468,6	34859,6	-
	«Итого технологическая себестоимость: $C_{ТЕХ} = M + Z_{ПЛ.ОСН} + H_{З.ПЛ} + P_{Э.ОБ}$ » [11]	144621,4	108475,1	-
5	«Общеховые накладные расходы: $P_{ЦЕХ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЦЕХ}$ » [11]	60448	50476,7	-
	«Итого цеховая себестоимость: $C_{ЦЕХ} = C_{ТЕХ} + P_{ЦЕХ}$ » [11]	205069,4	158951,8	-
6	«Заводские накладные расходы: $P_{ЗАВ} = Z_{ПЛ.ОСН} \cdot K_{ЗАВ}$ » [11]	69234,1	57813,4	-
	«Итого заводская себестоимость $C_{ЗАВ} = C_{ЦЕХ} + P_{ЗАВ}$ » [11]	274303,5	216765,2	-
7	«Внепроизводственные расходы $P_{ВН} = C_{ЗАВ} \cdot K_{ВНП}$ » [11]	822,9	650,3	-
	«Всего полная себестоимость $C_{ПОЛ} = C_{ЗАВ} + P_{ВН}$ » [11]	275126,4	217415,5	-

В таблице 20 выполнен расчет себестоимости обработки детали.

В таблице 21 будет произведен расчет затрат.

Таблица 21 - Расчет затрат

	Наименование показателей, единица измерения	Расчетные формулы и расчет	Значение показателей	
			Баз.	Пр.
1	«Приведенные затраты на единицу детали, руб.» [11]	$\ll Z_{ПР.ЕД} = C_{ПОЛ} + E_H \cdot K_{УД}$ <p>где: <math>E_H</math> - единый нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений» [11].</p>	420286	300386
2	«Годовые приведенные затраты, руб.» [11]	$\ll Z_{ПР.ГОД} = Z_{ПР.ЕД} \cdot П_G \gg$ [11]	840572	600772



В таблице 21 был произведен затрат и из таблицы видно, что проектируемый вариант более экономически эффективен, чем базовый.

Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали находится по формуле (29):

$$P_{OЖ} = \Delta_{УГ} = (C_{Пол(БАЗ)} - C_{Пол(ПР)}) \cdot П_{Г}, \quad (29)$$

где « $C_{Пол(БАЗ)}$ ,  $C_{Пол(ПР)}$  - полная себестоимость изготовления единицы детали, соответственно по базовому и проектному вариантам» [11].

Подставив значения соответствующих параметров в формулу (29), получим:  $P_{OЖ} = 115421,8$  руб.

Налог на прибыль рассчитывается по формуле (30):

$$H_{ПРИБ} = P_{OЖ} \cdot K_{НАЛ}, \quad (30)$$

где « $K_{НАЛ}$  - коэффициент налогообложения прибыли» [11].

Таким образом,  $H_{ПРИБ} = 23084,36$  руб.

Чистая ожидаемая прибыль рассчитывается по формуле (31):

$$П_{ЧИСТ} = P_{OЖ} - H_{ПРИБ} \quad (31)$$

Чистая ожидаемая прибыль равна 92337,44 рублей по формуле (31).

Срок окупаемости капитальных вложений рассчитывается по формуле (32):

$$T_{ОК.РАСЧ} = \frac{K_{ВВ.ПР}}{П_{ЧИСТ}} + 1 \text{ год}, \quad (32)$$

где  $K_{ВВ.ПР}$  - «капитальные вложения, необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки,

инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади [11]»,  $K_{ВВ.ПР}$  равны 103915,4 рублей.

$\Pi_{\text{ЧИСТ}}$  - «чистая ожидаемая прибыль» [11].

Срок окупаемости капитальных вложений равен 2 года по формуле (32).

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле (33):

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (33)$$

где « $T$  - горизонт расчета;

$E$  - процентная ставка на капитал,  $E$  равна 10 процентов;

$t$  - первый, второй, третий и т.д. год получения прибыли» [11].

Общая текущая стоимость равна 160254,9 рубля, по формуле (33).

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:  $\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} = 56339,6$  руб.

Индекс доходности по формуле (34):

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}}, \quad (34)$$

где  $D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}$  - «общая текущая стоимость доходов (чистая дисконтированная прибыль)» [11].

Индекс доходности по формуле (34) равен 1,54 рубля.

Выводы по разделу: в данном разделе было определено, что проектируемый вариант более экономически эффективен, чем базовый; была рассчитана экономическая эффективность в проектируемом варианте.

## Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был проанализирован и усовершенствован технологический процесс изготовления калибра для передней фары автомобиля LADA GRANTA. Для этого были удалены операции по транспортировке в другой цех и электроэрозионная операция; выбраны средства технологического оснащения, в зависимости от оборудования; рассчитаны режимы резания; выполнено нормирование технологических операций; спроектировано станочное приспособление для фрезерования; проведены проверочные расчеты для режущего инструмента (фрезы). Также была замена оборудования, что сказалось на времени изготовления калибра.

Затем была выполнена работа по оценке на безопасность и экологичность выполнения усовершенствованного технологического процесса. Были определены профессиональные риски, возникающие при работе, методы их снижения, идентифицированы классы и опасные факторы пожаров, разработаны технические средства и мероприятия для обеспечения пожарной безопасности, определены экологические риски, возникающие при выполнении технологического процесса и мероприятия по их снижению.

Далее были выполнены экономические расчеты. Были сравнены затраты, капитальные вложения, технологическая себестоимость, себестоимость обработки калибра. По всем показателям выгоднее оказался проектируемый технологический процесс. Потом были рассчитаны чистая ожидаемая прибыль, срок окупаемости проектируемого технологического процесса, был рассчитан интегральный экономический эффект. Интегральный экономический эффект равен 56339,6 рублей.

Работа над поставленными задачами позволила достигнуть цели выпускной квалификационной работы, то есть, усовершенствовать технологический процесс изготовления калибра для передних фар автомобиля LADA GRANTA.

## Список используемых источников

1. Автомобилестроение - [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильная\\_промышленность](https://ru.wikipedia.org/wiki/Автомобильная_промышленность) (Дата обращения: 02.04.2023).
2. Винтовой зажим - [Электронный ресурс] - <https://studfile.net/preview/7715321/page/6/> (Дата обращения: 10.04.2023).
3. Втулка, где используется, для чего нужна, виды и характеристики - [Электронный ресурс] - URL: <https://materialyinfo.ru/chto-takoe-vtulka-gde-ispolzuetsya-dlya-chego-nuzhna-vidy-i-xarakteristiki/> (Дата обращения: 03.04.2023).
4. Горизонтальный обрабатывающий центр - [Электронный ресурс] - URL: <https://importprom.com/gorizontálne-obraťyvayushhie-centry> (Дата обращения: 10.04.2023).
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта»: учеб - метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. - Тольятти.: Издательство ТГУ, 2021. - 22 с
6. ГОСТ 3.1109-82 - [Электронный ресурс] - URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012103> (Дата обращения: 02.04.2023).
7. Зажимные механизмы приспособлений - [Электронный ресурс] - URL: [https://studopedia.ru/3\\_187180\\_zazhimnie-mehanizmi-prisposobleniy.html](https://studopedia.ru/3_187180_zazhimnie-mehanizmi-prisposobleniy.html) (Дата обращения: 10.04.2023).
8. Калибр (инструмент) - [Электронный ресурс] - URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Калибр\\_\(инструмент\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Калибр_(инструмент)) (Дата обращения: 02.04.2023).
9. Калибры для контроля размеров деталей: классификация и правила использования - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.microntools.ru/articles/kalibry-dlya-kontrolya-razmerov-detaley-klassifikaciya-i-pravila-ispolzovaniya/> (Дата обращения: 02.04.2023).
10. Коэффициенты при фрезеровании - [Электронный ресурс] - URL:

- <https://studfile.net/preview/598377/page:13/> (Дата обращения: 15.04.2023).
11. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. - Тольятти.: ТГУ, 2014. - 183 с. [Электронный ресурс] - URL: <https://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 07.05.2021).
  12. Кузнецов Ю.И. Оснастка для станков с ЧПУ: справочник / Ю.И. Кузнецов, А.Р. Маслов, А.Н. Байков. - М.: Машиностроение, 1983 - 359с.
  13. Материалы для изготовления фрез - [Электронный ресурс] - URL: <https://pandia.ru/text/80/108/48046.php> (Дата обращения: 12.04.2023).
  14. Машины координатные измерительные Vento 17521-98 - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.pover.ru/spravochnik-sredstv-izmerenij/17521-98-mashiny-koordinatnye-izmeritelnye-vento-3-isp-co/> (Дата обращения: 04.04.2023).
  15. Монтажные плиты - [Электронный ресурс] - URL: <https://zsm-m.ru/articles/dlya-chego-nuzhny-montazhnye-plity-i-kak-oni-izgotavlivayutsya/> (Дата обращения: 05.04.2023).
  16. Нормирование - [Электронный ресурс] - URL: <https://weber-engineering.ru/procedures/norm/> (Дата обращения: 15.04.2023).
  17. Оправки - [Электронный ресурс] - URL: <https://stankomach.com/o-kompanii/articles/opravki-dlja-freznyh-stankov.html> (Дата обращения: 08.04.2023).
  18. Основы взаимозаменяемости в машиностроении - [Электронный ресурс] - URL: <https://studfile.net/preview/9879080/> (Дата обращения: 02.04.2023).
  19. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс]: электрон. учеб. - метод. пособие / Д. А. Расторгуев; 54 ТГУ; Институт машиностроения; каф. "Оборудование и технологии машиностроительного производства". - Тольятти: ТГУ, 2015. - 47 с.
  20. Режимы резания при фрезеровании - [Электронный ресурс] - URL: <https://studfile.net/preview/2358975/page:4/> (Дата обращения: 15.04.2023).
  21. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих

- инструментов: Учеб. Пособие для вузов по специальности «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты»/Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова - М.: Машиностроение, 1986. - 288 с.: ил.
22. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. Т.2 / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. 496 с., ил.
23. Фреза WRC 12050 RS - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.sumitomo-tools.ru/doc/download/sumitomo-polnyy-katalog-instrumenta-2011-2012-na-russkom-page191.pdf> (Дата обращения: 15.04.2023).
24. Фрезы - [Электронный ресурс] - URL: <https://studfile.net/preview/9423142/page:11/> (Дата обращения: 07.04.2023).
25. Характеристики единичного производства - [Электронный ресурс] - URL: [https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/69470/mod\\_resource/content/1/Лекция\\_6.pdf](https://moodle.kstu.ru/pluginfile.php/69470/mod_resource/content/1/Лекция_6.pdf) (Дата обращения: 15.04.2023).
26. BIG DV50 HMC42-1505 - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.bigkaiser.eu/en/products/tool-holders/milling-chucks/new-high-power-milling-chuck/bdv50-hmc42s-135.html> (Дата обращения: 08.04.2023).
27. ISO 10360-2:1994 - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.iso.org/standard/18419.html> (Дата обращения: 04.04.2023).
28. МАНО МН 1600 S - [Электронный ресурс] - URL: <https://www.maschinenteam.de/en/maho-mh-1600-s-2/> (Дата обращения: 09.04.2023).
29. Milling cutter - [Электронный ресурс] - URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Milling\\_cutter](https://en.wikipedia.org/wiki/Milling_cutter) (Дата обращения: 07.04.2023).
30. R 330 CALG - GLEICH Aluminium - [Электронный ресурс] - URL: <https://gleich.de/en/products/g-al-c330r/> (Дата обращения: 02.04.2023).

## Приложение А

### Маршрутная карта

Таблица А.1 - Маршрутная карта

Дробл. Взвч. Подл.											2		1								
<b>ТГУ Кафедра ОТМП</b>																					
Калибр																					
М01 Слаб олимпиада С 330 R																					
		Код	ЕВ	МД	ЕН	Н расх.	КИМ	Код заготовки	Профиль и размер	К.Д.	М.З.										
М02			кз	16	1	1	1	1	208x235x580	1	1										
А		Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции															
Б		Код, наименование оборудования										С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	КОИД	Е.Н.	О.П.	Т.гр-к	Т.гр.
03						005	0200	Контроль										0	0	0	
04		Контрольный стол ГОСТ Р 58863—2020														1	1	1			
05																					
06																			0,75	0,5	0,5
07		Контрольный стол ГОСТ Р 58863—2020														1	1	1			
08																					
09																			2,95	0,5	2,7
10		Фрезерный пррезный станок LKN-520														1	1	1			
11																					
12																			0,2	0	0,2
13		Верстак ГОСТ Р 58863—2020														1	1	1			
14																					
15																			4,25	0,5	4
16																					
17		Горизонтально-расточной станок 2637 ГФ1														1	1	1			
М.К.		Маршрутная карта																			







Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа											
						С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	КОИД	Е.Н.	О.П.	Т.п.к	Т.п.з	Т.п.г	
Б					Код, наименование оборудования												
33				0105	0200 Контроль										0,35	0,1	0,3
34					Контрольный стол ГОСТ Р 58863—2020						1	1	1	1			
35																	
36				0110	0108 Слесарная									9	0,1	0,1	8,5
37					Верстак ГОСТ Р 58863—2020						1	1	1	1			
38																	
39				0115	0108 Слесарная									0,55	0,2	0,45	
40					Верстак ГОСТ Р 58863—2020						1	1	1	1			
41																	
42				0120	0108 Слесарная									0,8	0,1	0,75	
43					Верстак ГОСТ Р 58863—2020						1	1	1	1			
44																	
45				0125	4234 Фрезерование ЧПУ									30,25	0,5	30	
46					Фрезерный станок ЧПУ						1	1	1	1			
47																	
М.К.	Маршрутная карта																

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч.	Р.И.	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						С.И.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	КОИД	Е.Н.	О.П.	Т.м-к	Т.п-з	Т.шт.		
Б					Код, наименование оборудования													
33					0130   0200 Контроль											0,35	0,1	0,3
34					Контрольный стол ГОСТ Р 58863—2020						1	1	1	1				
35																		
36					0135   0108 Слесарная											0,8	0,1	0,75
37					Верстак ГОСТ Р 58863—2020						1	1	1	1				
38																		
39					0140   4223 Координатно-графическая											0,55	0,1	0,5
40					Графическая станция ГОСТ 25868-91						1	1	1	1				
41																		
42					0145   4234 Фрезерование 3D ЧПУ											8,25	15	7,5
43					Фрезерный станок YUNO 1600S						1	1	1	1				
44																		
45					0150   0200 Контроль											5,25	2,5	4
46					КИМ Jetto-Mate 17621-98						1	1	1	1				
47																		
МК	Маршрутная карта																	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

А	Цех	Уч.	Р.М.	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа													
						С.М.	Проф.	Р.	У.Т.	К.Р.	К.О.И.Д.	Е.Н.	О.П.	Т.д.ж.	Т.п.	Т.п.			
Б					Код, наименование оборудования														
48					0155   0108 Слесарная												0,7	0,1	0,65
49					Верстак ГОСТ Р 58863—2020							1	1	1					
50																			
51					0160   0108 Слесарная												0,45	0,2	0,35
52					Верстак ГОСТ Р 58863—2020							1	1	1					
53																			
54					0165   0108 Слесарная												4,65	0,3	4,5
55					Верстак ГОСТ Р 58863—2020							1	1	1					
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			
61																			
62																			
М.К.	Маршрутная карта																		

## Приложение Б

### Спецификация калибра в сборе

Таблица Б.1 - Спецификация калибра в сборе

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание
Справ. №					<i>Документация</i>		
				23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.000.СБ	Сборочный чертеж		
					<i>Детали</i>		
	A1	1	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.001	Плита монтажная № 2	1		
	A3	2	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.002	Стойка 1	1		
	A3	3	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.003	Стойка 2	1		
	A3	4	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.004	Стойка 3	1		
	A4	5	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.005	Втулка 1	1		
	A4	6	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.006	Втулка 2	1		
					<i>Стандартные изделия</i>		
			8		Винт М8-6х20.109.05 ГОСТ 11738-84	12	
			7		Штифт 6х30 ГОСТ 3128-70	6	
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дудл.	Подп. и дата	23.ВКР.ОТМП.62.09.55.00.000			
Инв. № подл.	Изм. / Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>Калибр в сборе</b>		
	Разраб.	Колесников			Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Расторгуев					1
	Н.контр.	Расторгуев			ТГУИМ		
	Учб.	Логинов			гр. ТМБ-1901а		
Копировал				Формат А4			



## Приложение В

### Спецификация схемы сборки для замеров

Таблица В.1 - Спецификация схемы сборки для замеров

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					<i>Сборочные единицы</i>		
				23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.000.СБ	<i>Схема сборки</i>		
					<i>Детали</i>		
	A1	1	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.001	Калибр	1		
	B4	2	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.002	Кронштейн 1	1		
	B4	3	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.003	Кронштейн 2	1		
	B4	4	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.004	Ручка	1		
	B4	5	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.005	Кронштейн 3	1		
	B4	6	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.006	Вспом. кронштейн 1	1		
	B4	7	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.007	Кронштейн 4	1		
B4	8	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.008	Кронштейн 5	1			
B4	9	23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.009	Вспом. кронштейн 2	1			
Подп. и дата					<i>Стандартные изделия</i>		
		10		Винт М6-6Gx20.109.05 ГОСТ 11738-84	6		
		11		Винт М7-6Gx20.109.05 ГОСТ 11738-84	2		
		12		Винт М8-6Gx20.109.05 ГОСТ 11738-84	3		
		13		Винт М11-6Gx20.109.05 ГОСТ 11738-84	4		
Взам. инв. №		14		Винт М16-6Gx20.109.05 ГОСТ 11738-84	1		
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<b>23.ВКР.ОТМП.62.09.65.00.000</b>	
	Разраб.	Колесников				<b>Схема сборки для замеров</b>	
	Проб.	Расторгуев					
	Нконтр.	Расторгуев				Лист	Лист
Чтб.	Логинюв				1	1	1
						ТГУИМ гр. ТМБ-1901а	

Копировал

Формат А4

## Приложение Г

### Идентификация профессиональных рисков

Таблица Г.1 - Идентификация профессиональных рисков

Вид выполняемых работ	Группа ОВПФ	Источник ОВПФ	Наименование ОВПФ	Опасности и риски
Фрезерование, шлифование, слесарные работы	Факторы, обладающие свойствами физического воздействия	Станки, средства технологического оснащения, инструменты	«Движущиеся (в том числе разлетающиеся) твердые, жидкие или газообразные объекты, наносящие удар по телу работающего» [5].	«Разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием» [5]

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5
			«Действие силы тяжести в тех случаях, когда оно может вызвать падение твердых, сыпучих, жидких объектов на работающего» [5].	«Падение с высоты, падение предметов» [5].
Фрезерование, шлифование, слесарные работы		Обрабатываемые заготовки, средства технологического оснащения, инструменты	«Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерно высокой или низкой температурой материальных объектов производственной среды, могущих вызвать ожоги (обморожения) тканей организма человека» [5].	«Ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения, а также теплового излучения» [5].
Фрезерование, шлифование, слесарные работы		Станки	«Производственные факторы, связанные с акустическими колебаниями в производственной среде и характеризующиеся повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума» [5].	«Опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств (например потеря равновесия, ослаблении внимания)» [5]

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5
			«Производственные факторы, связанные с электрическим током, под действие которого попадает работающий» [5].	«Контакт с токоведущими частями (прямой контакт), контакта с токоведущими частями, которые в неисправном состоянии, находясь под напряжением (косвенный контакт), неожиданные пуски, повороты, прокручивания (или любые подобные)» [5].
Фрезерование, шлифование, слесарные работы			«Производственные факторы, связанные с механическими колебаниями твердых тел и их поверхностей, характеризующиеся повышенным уровнем общей вибрации» [5].	«Использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [5].
Фрезерование, шлифование, слесарные работы	Факторы, обладающие свойствами химического воздействия	Смазочно-охлаждающая жидкость, масло	«Производственные факторы, обладающие свойствами химического воздействия на организм работающего человека» [5].	«Опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [5].

Продолжение приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5
Фрезерование, шлифование, слесарные работы	Факторы, обладающие свойствами психофизиологического воздействия	Станки, средства технологического оснащения, инструменты	«Монотонность труда, тяжесть трудового процесса» [5].	«Физические перегрузки» [5].
			«Перегрузки статические, связанные с рабочей позой» [5].	«Физические перегрузки» [5].

## Приложение Д

### Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Таблица Д.1 - Организационно - технические методы и технические средства  
устранения негативного воздействия опасных и вредных  
производственных факторов

ОВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Методы и средства снижения профессиональных рисков
«Падение с высоты, падение предметов» [5]	«Издание (тиражирование) инструкций, правил (стандартов) по охране труда» [5]	«Использование современной высокопроизводительной техники; соблюдение эргономических характеристик рабочего места; обеспечение безопасных условий труда» [5]

Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3
<p>«Разрыв сосудов под давлением, разрушение механизмов и сооружений, наезд транспортных средств, опасность затягивания или попадания в ловушку, опасность удара, опасность быть уколотым или проткнутым, опасности, обусловленные трением или абразивным воздействием» [5]</p>	<p>«Устройство и содержание пешеходных дорог, тротуаров, переходов, тоннелей, галерей на территории организации в целях обеспечения безопасности работников» [5], «устройство ограждений элементов производственного оборудования, защищающих от воздействия движущихся частей, а также разлетающихся предметов, включая наличие фиксаторов, блокировок, герметизирующих и других элементов» [5]</p>	<p>«Соблюдение правил дорожного движения и правил перемещения транспортных средств по территории работодателя; соблюдение скоростного режима; применение исправных транспортных средств, подача звуковых сигналов при движении и своевременное применение систем торможения» [5], «использование блокировочных устройств, применение средств индивидуальной защиты, рабочих костюмов, халатов, исключающих попадание свисающих частей одежды на быстродвижущиеся элементы производственного оборудования; допуск к работе работника, прошедшего обучение в области охраны труда» [5]</p>
<p>«Опасности от контакта или вдыхания паров вредных жидкостей, газов, пыли, тумана, дыма» [5]</p>	<p>«Обеспечение работников, занятых на работах с вредными условиями труда, а также на работах, связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты» [5]</p>	<p>«Устройство систем удаления вредных веществ, выделяющихся в технологическом процессе, на станки и инструменты; организация первичного и периодического обучения и инструктажей работников безопасным выполнением работ; использование средств индивидуальной защиты» [5]</p>

Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3
<p>«Опасность потери слуха (глухота), других физиологических расстройств» [5]</p>	<p>«Обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]</p>	<p>«Применение звукоизолирующих ограждений-кожухов, кабин управления технологическим процессом, устройство звукопоглощающих облицовок и объемных поглотителей шума, использование средств индивидуальной защиты» [5]</p>
<p>«Использование ручных механизмов, приводящих к различным неврологическим или сосудистым расстройствам» [5]</p>	<p>«Обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]</p>	<p>«Своевременный ремонт машин и оборудования, проверкой крепления агрегатов к полу, фундаменту, с последующим лабораторным контролем вибрационных характеристик; установка стационарного оборудования на отдельные фундаменты и поддерживающие конструкции зданий и сооружений, применение вибро-поглощения и виброизоляции» [5]</p>

Продолжение приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3
«Физические перегрузки» [5]	«Проведение специальной оценки условий труда, выявления и оценки опасностей, оценки уровней профессиональных рисков, реализация мер, разработанных по результатам их проведения» [5]	«Проведение инструктажа на рабочем месте; соблюдение основных требований эргономики, соблюдение режимов труда и отдыха; организация рабочего места для наиболее безопасного и эффективного труда работника, исходя из физических и психических особенностей человека» [5]
«Ожог или ошпаривание или другое повреждение от касания с предметами или материалами с высокой температурой из-за воспламенения, а также теплового излучения» [5]	«Обеспечение работников, занятых на работах с вредными или опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты, дерматологическими средствами индивидуальной защиты» [5]	«Применение закрытых систем для горячих сред, установка изоляции, разделяющих защитных устройств, уменьшение площади контакта, правильное применение средств индивидуальной защиты» [5]

## Приложение Е

### Идентификация классов и опасных факторов пожаров

Таблица Е.1 - Идентификация классов и опасных факторов пожаров

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Шлифовальный участок	Шлифовальный станок	Пожар класса D	«Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения» [5]	«Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих средств, на предметы и людей; вынос высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования и иного имущества» [5]

Продолжение приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5
				«Образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества» [5]
Фрезерный участок	Фрезерный станок	Пожар класса D	«Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости; повышенная концентрация продуктов горения» [5]	«Образующиеся радиоактивные и токсичные вещества, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества» [5]

Продолжение приложения Е

Продолжение таблицы Е.1

1	2	3	4	5
				<p>«Опасные факторы взрыва, возникающие вследствие происшедшего пожара; негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих средств, на предметы и людей; вынос высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования и иного имущества» [5]</p>

## Приложение Ж

### Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Таблица Ж.1 - Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова т.д.)
Технологический процесс изготовления калибра передней фары для LADA GRANTA	Фрезерный участок	Пыль, пары СОЖ	СОЖ, смазочные материалы, стружка	Стружка, промышленные мусор и отходы, СОЖ

Продолжение приложения Ж

Продолжение таблицы Ж.1

1	2	3	4	5
Технологический процесс изготовления калибра передней фары для LADA GRANTA	Шлифовальный участок	Пыль, пары СОЖ	СОЖ, смазочные материалы, стружка	Стружка, промышленные мусор и отходы, СОЖ

### Приложение 3

#### Организационно - технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Таблица 3.1 - Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

Наименование технического объекта	Технологический процесс изготовления калибра передней фары для LADA GRANTA
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Установка специальных воздушных фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Установка водных фильтров, многоступенчатая очистка сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Утилизация промышленного мусора и отходов на полигоне