

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки (специальность) **15.03.01 Машиностроение**

Отделение школы (НОЦ) **Отделение материаловедение**

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали «Сепаратор первой ступени» на станках с ЧПУ

УДК 621.9.06-529:621.822.722

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич		

Руководитель

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

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Калмыкова Е.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Е.А. Ефременков	к.т.н.		

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа новых производственных технологий

Направление подготовки (специальность) **15.03.01 Машиностроение**

Отделение школы (НОЦ) **Отделение материаловедение**

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

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

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали «Сепаратор первой ступени»

Утверждена приказом директора (дата, номер)

3383/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

20.06.2018

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Сепаратор первой ступени» Тип производства: мелкосерийное Материал изделия: сталь 40Х
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Анализ технологичности детали. Проектирование процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного станочного приспособления. Расчет затрат на годовой выпуск продукции. Рассмотрены вопросы о безопасности.
Перечень графического материала	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический	к.т.н. Должиков В.П.
Финансовый	Калмыкова Е.Ю.
Социальная ответственность	Раденков Т.А.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

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

Задание выдал руководитель:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич		

Оглавление

1 Технологическая подготовка производства детали	3
1.1 Основные положения.....	3
1.2 Этапы ТПП детали «Сепаратор 1-й ступени».....	3
2 Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	4
2.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	5
2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали.....	7
2.3 Способ получения заготовки	9
2.4 Проектирование технологического маршрута	10
2.5 Расчет припусков на обработку	13
2.6 Проектирование технологических операций	18
2.6.1 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.6.2 Выбор и расчет режимов резания.....	26
2.6.3 Расчет норм времени технологического процесса	30
2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ.....	31
2.8 Размерный анализ технологического процесса.....	32
2.9 Техничко-экономические принципы проектирования технологического процесса	34
2.10 Проектирование средств технологического оснащения	37
2.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления	38
2.10.2 Расчет погрешности базирования и установки заготовки	39
2.10.3 Расчет усилий зажима заготовки.....	40
2.10.4 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).....	41
3 Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность.....	45
3.1 Расчет затрат на изготовление детали.....	45
3.2 Анализ безубыточности изготовления детали	47
4 Социальная ответственность	50
4.1 Производственная безопасность	50
4.2 Экологическая безопасность.....	55
4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	56
4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.....	57
Заключение.....	59
Список литературы.....	60
Приложение А.....	63
Приложение Б	63

Введение

К одной из крупнейших отраслей промышленности можно отнести машиностроение, задача которой состоит в улучшении качества создаваемых машин, приборов и различного типа оборудования, повышении их технологического уровня, производительности, безопасности и надежности в использовании в быту.

Важнейшая роль в выполнении выше перечисленных задач играет совершенствование технологии, технологического оборудования, а также автоматизация и механизация производственных процессов, которые позволят сэкономить труд, что повлечет за собой повышение качества продукции как в промышленности, так и в экономической части. Оправданное применение прогрессивного оборудования и инструмента способно привести к снижению себестоимости продукции, а также и трудоемкости ее производства. К примеру, такие результаты можно получить заготовку с минимальными припусками под механическую обработку с использованием совершенных методов. Существуют частые случаи, когда есть смысл целесообразно снизить технологичность изделия для повышения качества продукции, что повлечет за собой повышение конкурентоспособности продукции и компенсацию дополнительных затрат. Однако стоит не забывать, что стремление к технологичности не должно привести к ухудшению конструктивно заданных свойств изделия [1].

В данной выпускной квалификационной работе будут рассматриваться вопросы технологической подготовки производства (ТПП) детали типа «Сепаратор 1-й ступени». ТПП включает в себя анализ конструкции детали, выбор способа получения заготовки, расчет припусков на обработку детали, проектирование технологического процесса, выбор и расчет технологического оснащения, выбор и расчет режимов резания, разработка управляющих программ для обработки на станках с ЧПУ, технико-экономические показатели технологического процесса и социальная ответственность на производстве.

1 Технологическая подготовка производства детали

1.1 Основные положения

Технологическая подготовка производства является частью технической подготовки производства, куда помимо ТПП еще входит конструкторская подготовка (КПП). В совокупности они представляют собой комплекс подготовительных работ, необходимые для освоения производства нового изделия на конкретном предприятии.

В соответствии с ГОСТ Р 50995.3.1-96 технологическая подготовка производства — вид производственной деятельности предприятия, обеспечивающей технологическую готовность производств к изготовлению изделий, отвечающих требованиям заказчика или рынка данного класса изделий [2].

Основной целью ТПП является оптимальное по срокам и ресурсам обеспечение технологической готовности производства к изготовлению изделий в соответствии с требованием заказчика.

1.2 Этапы ТПП детали «Сепаратор 1-й ступени»

Начальным этапом подготовки производства будет являться разработка маршрутной технологии. Этот пункт будет содержать в себе последовательность выполнения основных операций изготовления данной детали: заготовительная операция, токарная с ЧПУ, координатно-расточная, слесарная, фрезерная с ЧПУ, слесарная, круглошлифовальная, контрольная, промывочная, консервация. Для каждой операции необходим выбор инструмента и технологической оснастки, расчет норм времени и установление разряда работ.

В следующем этапе разрабатывается операционная технология, содержащая в себе операционные карты изготовления детали. От выбранной технологии производства зависит производительность труда, на основе которого будет зависеть качество изготовления при наиболее низкой себестоимости продукции. Одно из основных пунктов данного этапа это

управляющие программы для станков с ЧПУ, дающие преимущество в обработке изготовления детали с более точными размерами, снижение времени изготовления детали, автоматизированный технологический процесс, а также данное оборудование [3,4].

В заключительном этапе ТПП детали производится оформление всей технологической документации, начиная с маршрутной и операционной карты, карт эскизов, расчетно-технологическая карт, и заканчивая картами наладки инструмента и необходимых чертежей. Все документы оформляются в соответствии с ГОСТ.

2 Проектирование технологического процесса изготовления детали

Разработка технологического процесса изготовления детали представляет собой решение сложной комплексной задачи, где требуется найти для данных производственных условий некий «переход» от полуфабриката к готовой детали, которая отвечает всем заданным требованиям служебного назначения.

Разработка техпроцесса разделяется на этапы:

- 1) Изучение чертежей, технический требований, норм точности.
- 2) Выявление количества деталей, изготовленных в единицу времени.
- 3) Определение вида организационных форм производственного процесса.
- 4) Выбор заготовки.
- 5) Разработка техпроцесса изготовления детали из заготовки.

Задачей проектирования технологического процесса механической обработки является определение такой ее последовательности, при которой наиболее полно используются технологические возможности станков, приспособлений и инструментов, а деталь изготавливается с наименьшими материальными затратами [8].

2.1 Анализ технологичности конструкции детали

Основной задачей анализа технологичности конструкции детали является уменьшение трудоемкости и металлоемкости, возможность обработки детали высокопроизводительными методами.

Деталь — «Сепаратор 1-й ступени», изготавливается из материала Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Масса детали рассчитана с помощью «SOLIDWORKS», исходя из материала и твердотельной модели.

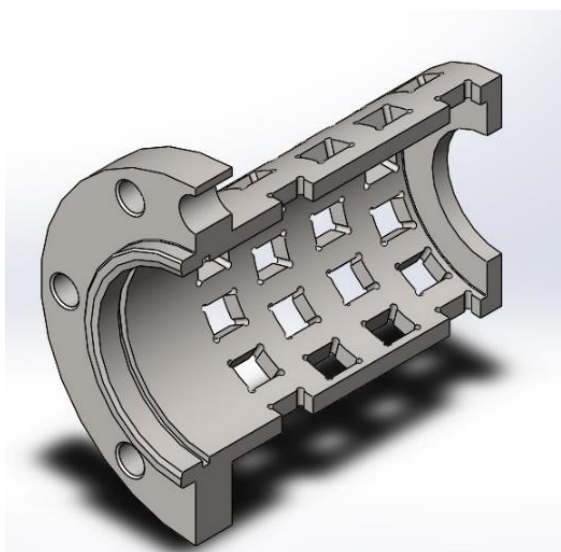


Рисунок 1 — Модель детали «Сепаратор 1-й ступени» в разрезе

Таблица 1. Химический состав Сталь 40Х

Элемент	Содержание, %
Углерод С	0,36-0,44
Кремний Si	0,17-0,37
Марганец Mn	0,5-0,8
Никель Ni	до 0,3
Сера S	до 0,035
Фосфор P	до 0,035
Хром Cr	0,8-1,1
Медь Cu	до 0,3
Железо Fe	~97

Материал детали Сталь 40Х, цифра 40 говорит о том, что в этой конструкционной стали содержится 0,4% углерода. Из таблицы выше можно заметить, что содержание всех примесей очень малы, кроме одного, о чем

свидетельствует буква «Х», означающая хром в размере около 1%. Хром является основным легирующим элементом, он повышает прокаливаемость, а также способствует получению высокой и равномерной твердости стали. Но в добавок к этому он ухудшает обрабатываемость стали, снижая теплопроводность, что способствует увеличению твердости и прочности. Содержание никеля по свойствам схоже с хромом: он увеличивает прочность стали и ухудшает теплопроводность, что ведет к ухудшению обрабатываемости. Хромоникелевые стали, обладают наилучшим комплексом свойств. Однако никель является дефицитным, и применение таких сталей ограничено. Значительное количество никеля заменяется медью (это не приводит к снижению вязкости). Содержание кремния тоже ухудшает обрабатываемость, снижая ее теплопроводность из-за чего увеличивается твердость и прочность. Как можно заметить, некоторая часть содержания стали ведет к ухудшению обрабатываемости, что компенсирует сера. Сера уменьшает пластичность и ударную вязкость, ухудшает свариваемость и коррозионную стойкость — и все это компенсирует тот факт, что сера улучшает обрабатываемость на станках. Чтобы снизить некоторые негативные влияния серы, например, красноломкость, в составе присутствует марганец, повышающий прочность, не снижая пластичности. Но все же так же ухудшает обрабатываемость детали — снижается ее теплопроводность, за счет чего увеличивается твердость и прочность. Еще присутствует фосфор, который хорошо влияет на отделение стружки, что улучшает обрабатываемость стали [5].

При рассмотрении чертежа (приложение А) детали можно выявить некоторые особенности. Во-первых, корпус имеет сквозное отверстие. Во-вторых, на чертеже указана минимальная шероховатость Ra 0,8, которую можно получить при шлифовании. Присутствует наличие канавки.

Анализируя деталь с точки зрения технологичности можно выделить положительные моменты:

1. Размеры и точности обработки поверхностей находятся в пределах возможностей станков;
2. Материал хорошо поддается механической обработке;
3. Присутствуют размеры по 14-му качеству.

К отрицательным относятся:

1. Очень большое количество отверстий, 48 из которых квадратной формы;
2. Наличие отверстий по 7-му качеству;
3. Наличие резьбы;
4. Наличие размеров по 6-му качеству.

При обработке детали используется точение, сверление, шлифование и фрезерование. Форма у заготовки дает свободный доступ инструментов, масса и габариты не потребуют подъемных приспособлений, что приводит к повышению технологичности. Форма заготовки обеспечивает свободный доступ инструмента, что повышает технологичность.

При обработке применяются зажимные устройства, такие как трехкулачковый патрон, разжимная оправка, прижимы.

2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Одним из основных и главных показателей качества является надежность машин, обуславливаясь эксплуатационными свойствами деталей и сборочных единиц. Говоря простым языком, надежность машин включает в себя коррозионную стойкость (работа в агрессивных средах), усталостную прочность (циклические нагрузки), износостойкость (сильные нагрузки на контактирующие поверхности), точность посадок (контактная жесткость соединений) и др.

Технологическое обеспечение эксплуатационных свойств деталей машин связано с обеспечением параметров состояния их поверхностного слоя. Существует реальная возможность технологического управления формированием системы параметров поверхностного слоя деталей машин при

их изготовлении. Эта возможность может быть реализована назначением методов и режимов обработки деталей, исходя из требований к их эксплуатационным свойствам. Для достижения цели в повышении надежности машин (по типу повышения износостойкости и т.п.) применяются технологические процессы, способные упрочнить поверхностный слой, например, химикотермическая обработка или упрочняющая обработка (пластичное деформирование поверхностей).

При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяются форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям [6].

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе SolidWorks.

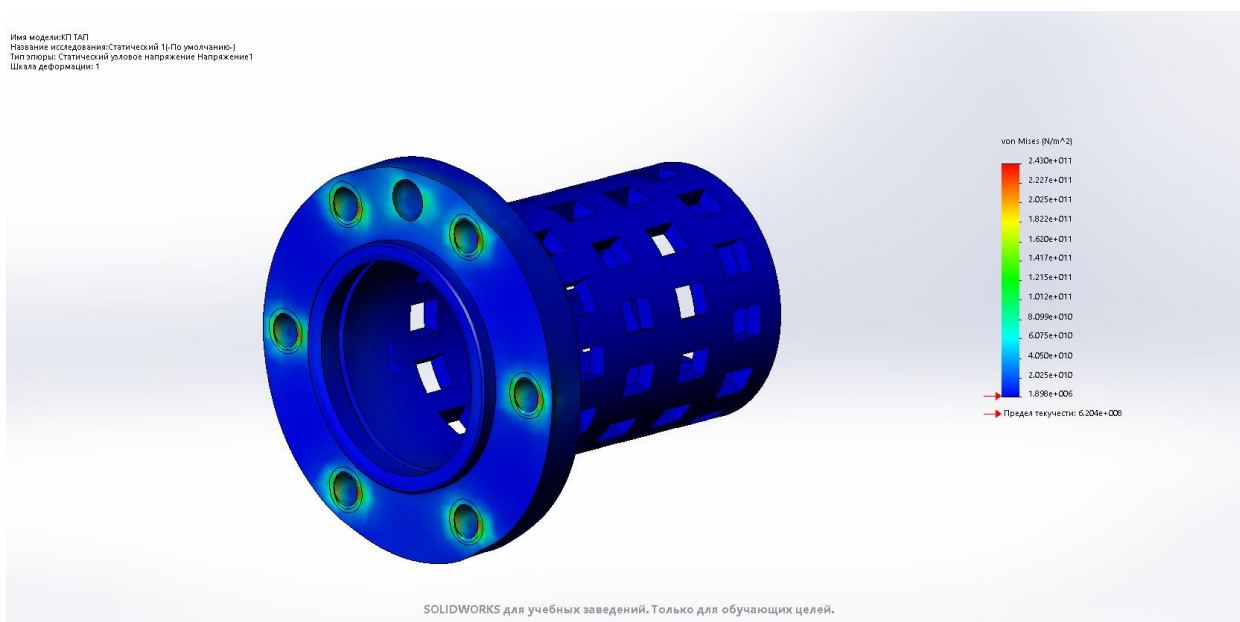


Рисунок 2 — Напряженная модель детали

Согласно рис.2, самое большое напряжение возникает резьбовом соединении и в отверстии под штифт. На других местах детали напряжения незначительны.

2.3 Способ получения заготовки

Абсолютно всегда «нулевым» этапом изготовления детали является получение заготовки из нужного материала. Заготовка должна быть максимально приближена к форме и размерам конечной детали. Это нужно для сокращения расхода материала, электроэнергии и время производства — увеличение производительности труда. В зависимости от характера материала, назначения детали, требуемой точности ее изготовления и т. д. заготовки получают литьем, ковкой, штамповкой, высадкой, прокаткой, волочением и другими способами [7].

В данном случае целесообразно рассмотреть два способа получения заготовки:

1. Получение заготовки из прутка.
2. Получение заготовки из поковки.

Коэффициент использования материала (КИМ) определяется отношением массы детали (m_d) к массе израсходованного материала (m_p).

При расчете КИМ находится коэффициент выхода годного материала в процессе изготовления:

$$K = \frac{q}{Q},$$

где q - масса готовой детали, кг; Q - масса заготовки, кг.

По данным САПР Компас-3D V17

Для прутка имеем: $Q = 3,59$ кг, $q = 0,63$ кг, тогда

$$K = \frac{0,63}{3,59} = 0,175.$$

Для поковки: $Q = 3,45$ кг, $q = 0,63$ кг, тогда

$$K = \frac{0,63}{3,45} = 0,182.$$

Сравнивая коэффициенты, видно, что заготовка из поковки подойдет лучше для производства, чем пруток. Если использовать такую заготовку, то уменьшится время на механическую обработку. Но, во-первых, появляется необходимость в обдирке заготовки. Во-вторых, требуется изготовление форм

и наличие необходимого оборудования. Поэтому лучшим вариантом будет выбрать прутки для заготовки.

2.4 Проектирование технологического маршрута

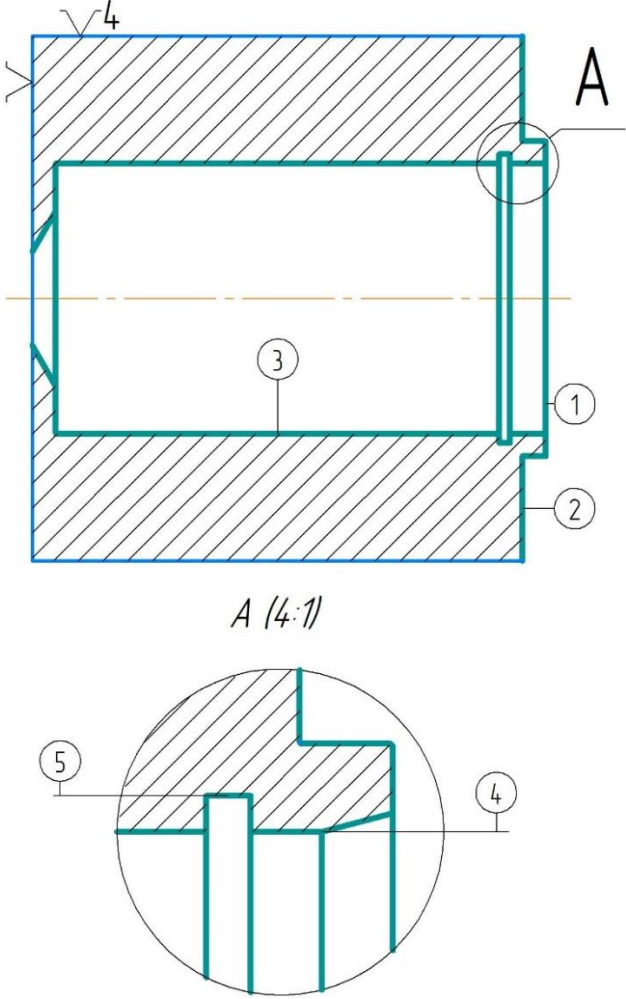
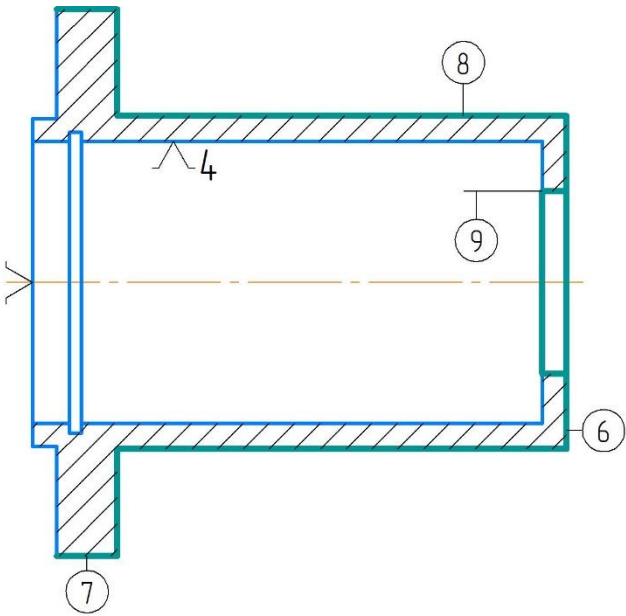
Технологический маршрут определяет последовательность операций и состав технологического оборудования. От того, как построен технологический маршрут, во многом зависит качество детали и эффективность ее изготовления.

Разработка маршрута зависит от конструкции детали, материала, требований к ее качеству, вида заготовки и масштаба ее выпуска.

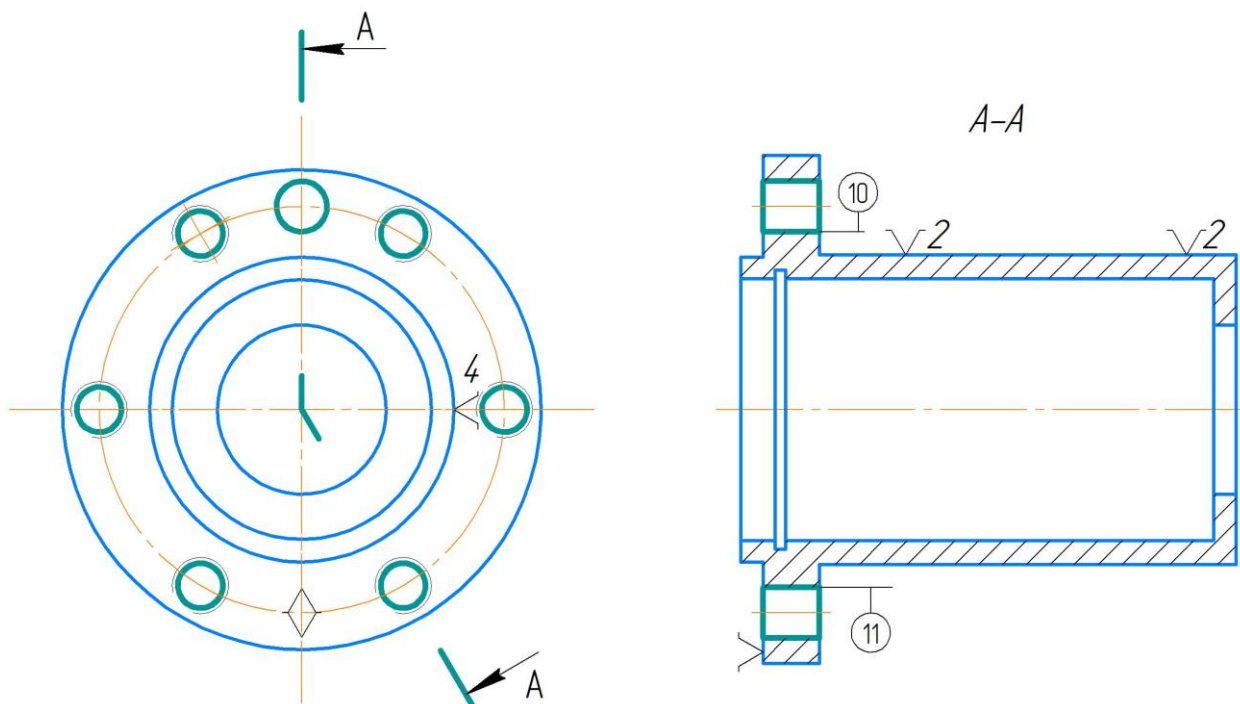
Для того, чтоб свести брак к минимуму, обработку начинают с тех поверхностей, на которых возможны дефекты. Далее идет самая классическая система: в начале идет обработка грубых поверхностей, потом проводят обработку более точных [5]. Задачей проектирования технологического маршрута является составление общего плана обработки детали.

Маршрут технологии изготовления детали типа «Сепаратор 1-й ступени» представлен в таблице 2. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а так же тексты переходов и их эскизы.

Таблица 2. Маршрутная карта.

<p>Название операции и ее содержание</p>	<p>Операционный эскиз</p>
<p style="text-align: center;">Операция 1 (Токарная с ЧПУ)</p> <p>На первом этапе нужно получить технологические базы, обработав поверхность 1 и 3. Данные поверхности будут служить в дальнейшем базами. Поверхности не точные.</p> <p>Здесь же будут получены поверхности 2, конус 4 и канавка 5.</p> <p>Поверхность 1 имеет шероховатость Ra 1,6. Остальные Ra 6,3.</p>	 <p>The sketch shows a cross-section of a rectangular part. The top and bottom surfaces are hatched. Feature 1 is a vertical surface on the right. Feature 2 is a horizontal surface at the bottom right. Feature 3 is a horizontal surface in the middle. Feature 4 is a chamfered edge at the top left. Feature 5 is a groove on the left side. A circular detail view below shows features 4 and 5 in more detail.</p>
<p style="text-align: center;">Операция 2 (Токарная с ЧПУ)</p> <p>На втором этапе будут получены поверхности 6-8 и отверстие 9.</p> <p>Поверхность 8 имеет шероховатость Ra 1,6. Остальные Ra 6,3</p>	 <p>The sketch shows a cross-section of a more complex part. Features 6, 7, 8, and 9 are labeled. Feature 6 is a vertical surface on the right. Feature 7 is a vertical surface on the left. Feature 8 is a horizontal surface at the top. Feature 9 is a hole in the center. A chamfered edge (feature 4) is shown at the top left.</p>

Продолжение таблицы 2.

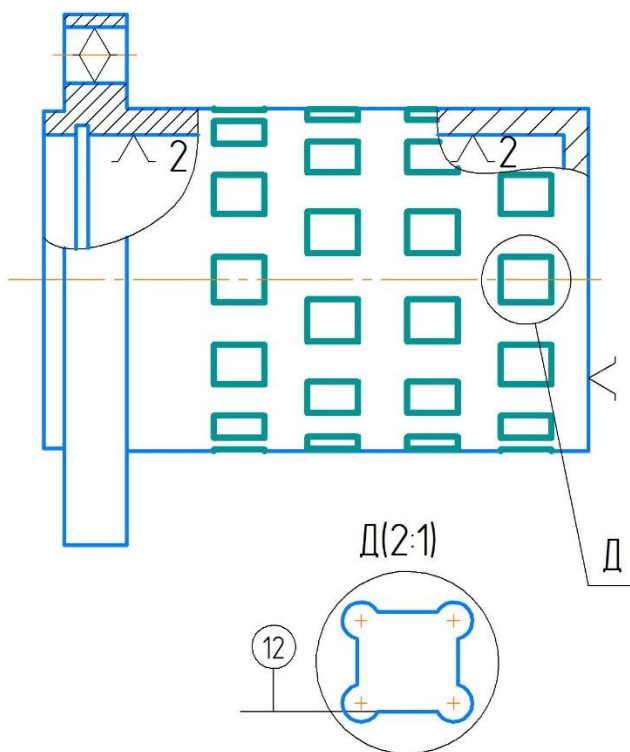


Операция 3
(Координатно-расточная и слесарная)

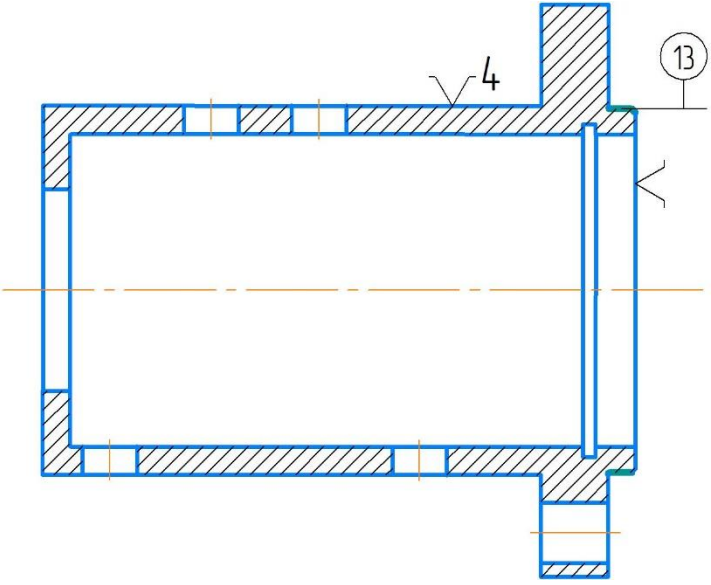
На третьем этапе будут получены 7 сквозных отверстий. В дальнейшем отверстие 10 будет расточено, а на остальных нарезана резьба.

Операция 4
(Фрезерная с ЧПУ)

На четвертом этапе будут получены 48 отверстий квадратной формы 12. Шероховатость Ra 1,6.



Продолжение таблицы 2.

<p style="text-align: center;">Операция 5 (Круглошлифовальная)</p> <p>Последним этапом будет обработка поверхности 13 для получения шероховатости Ra 0,8.</p>	
--	--

В добавок, есть второй вариант технологического маршрута производства детали, в котором присутствуют небольшие изменения: 3 этап объединить с 1-м; нарезать резьбу на 3 этапе, что будет нецелесообразно в использовании дорогостоящего оборудования, как координатно-расточной станок, поэтому будет лучше, если нарезание резьбы перенести на слесарную операцию.

2.5 Расчет припусков на обработку

Для достижения уменьшения материалоемкости является уменьшение припусков на обработку. Само определение припуск — это слой материала, удаляемый с заготовки для достижения заданных свойств обрабатываемой поверхности детали. В производстве крайне важно установить оптимальную величину припусков. Заготовки с заниженными размерами припусков могут не обеспечить удаление дефектных поверхностных слоев, получение требуемой точности и шероховатости. Завышенные припуски могут привести к перерасходу материала, энергии и режущего инструмента. В добавок, будет необходимость введения дополнительных технологических переходов или

рабочих ходов, что, как следствие, увеличит трудоемкость процессов и себестоимость обработки детали.

Припуск элементарных поверхностей назначают по соответствующим справочным таблицам (ГОСТ, РТМ и т.п.). Также проводится аналитический расчет для определения минимальной необходимой величины припуска на механическую обработку z_{min} . Для аналитического расчета требуется установить все составляющие элементы припуска [1,9]:

R_{zi-1} – величину шероховатости поверхности, полученную в результате предыдущего перехода;

h_{i-1} – толщину дефектного слоя, полученного в результате всей предыдущей обработки;

$\Delta\Sigma_{i-1}$ – суммарное, отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы, используемой на анализируемом переходе, и погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученную в результате всей предшествующей обработки;

ε_i – погрешность установки заготовки при реализации перехода, для которого рассчитывается припуск.

При последовательной обработки поверхностей (односторонний припуск):

$$z_{imin} = R_{zi-1} + h_{i-1} + \varepsilon_i$$

Величины R_z и h определяются из справочных таблиц [9], в зависимости от вида обработки поверхности и способа получения заготовки. Суммарная погрешность расположения и формы определяется на основе анализа всех возможных отклонений положения обрабатываемой поверхности относительно установочной базы и всех факторов, вызывающих изменение теоретической формы поверхности. В самом общем случае величина $\Delta\Sigma$ определяется как сумма погрешности смещения и погрешности коробления (кривизны), эти величины так же определяются по таблицам. Произведем расчет припусков на механическую обработку наружного и внутреннего диаметров детали и занесем их в таблицы 3 и 4.

Пространственные погрешности Δ определяются согласно рекомендациям [9].

$$\Delta' = D \cdot \Delta K,$$

$$\Delta'' = l \cdot \Delta K.$$

где $D = 90$ — диаметр поверхности, мм;

$\Delta K = 0,5$ — удельная погрешность заготовки длиной до 120 мм обычной точности без правки, мкм/мм (таблица 5.9 [9]);

$L = 90$ — длина заготовки, мм.

Общая пространственная погрешность, рассчитывается как:

$$\Delta = \sqrt{(\Delta')^2 + (\Delta'')^2}$$

Подставив величины имеем:

$$\Delta' = 90 \cdot 0,5 = 45 \text{ мкм},$$

$$\Delta'' = 90 \cdot 0,5 = 45 \text{ мкм}.$$

Тогда общая погрешность для заготовки будет равна:

$$\Delta = \sqrt{45^2 + 45^2} = 63,6 \text{ мкм}$$

Для переходов, следующих за первым, пространственная погрешность определяется по формуле:

$$\Delta_2 = \Delta_1 * K_y,$$

где, $K_y = 0,06$ — коэффициент уточнения для черновой обработки, дан в таблице [9].

Тогда общая погрешность для черновой обработки будет равна:

$$\Delta_2 = 63,6 * 0,06 = 3,8 \text{ мкм}$$

Для последующих операций Общая пространственная погрешность рассчитывается по подобию.

Определение погрешности установки заготовки ε можно определить расчетным путем или из таблиц. В работе будет использован расчетный метод.

Погрешности установки ε , мкм, определяем как:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{\varepsilon_3^2 + \varepsilon_p^2},$$

где, $\varepsilon_3^2 = 90^2$ – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

$$\varepsilon_p^2 = 0,25\sqrt{T_D^2 + 1},$$

где, $T_D^2 = 3,9^2$ – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

Тогда погрешность установки, будет равна:

$$\varepsilon_2 = \sqrt{90^2 + 1,01^2} = 90 \text{ мкм},$$

Погрешность заготовки для последующих операций определяем по подобию.

Далее рассчитывается минимальный расчетный припуск $2Z_{min}$, согласно формуле 3.1 [9]:

$$2Z_{min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \Delta\Sigma_{i-1} + \varepsilon_i)$$

Подставив все, уже полученные, данные получим:

$$2Z_{min} = 2(200 + 300 + 63,6) = 2 \cdot 563,6 \text{ мкм}.$$

Для по последующих операций припуск $2Z_{min}$ рассчитывается аналогично.

Расчётный диаметр d_p рассчитывается с конца от диаметра, который требуется получить.

$$d_4 = 54,86 \text{ мм};$$

$$d_3 = 54,86 + 0,26 = 55,12 \text{ мм};$$

$$d_2 = 55,12 + 0,246 = 55,366 \text{ мм};$$

$$d_1 = 55,366 + 1,126 = 56,492 \text{ мм}.$$

Значения допусков каждого технологического перехода и заготовки принимаем по таблицам в соответствии с качеством, используемого метода обработки.

$$d_{max4} = 54,86 \text{ мм};$$

$$d_{max3} = 54,86 + 0,26 = 55,12 \text{ мм};$$

$$d_{max2} = 55,12 + 0,246 = 55,366 \text{ мм};$$

$$d_{max1} = 55,366 + 1,126 = 56,492 \text{ мм}.$$

Таблица 3 заполняется аналогичным методом. Все требуемые коэффициенты задаются в соответствии со справочными таблицами [9].

Т.к. обработка внутренней поверхности будет производиться при постоянстве баз, то пространственные погрешности Δ и погрешности установки ε будут равны соответственно таблице 3.

Если в таблице 3 расчетный диаметр рассчитывался путем сложения диаметра и припуска, то в таблице 4 он рассчитывается путем вычитания припуска от диаметра.

Максимальные предельные значения припусков $z_{max}^{пр}$ равны разности наибольших предельных размеров, а минимальные значения $z_{min}^{пр}$ – соответственно разности наименьших предельных размеров предшествующего и выполняемого переходов:

$$z_{max3}^{пр} = 56,12 - 55,05 = 1,07$$

$$z_{max2}^{пр} = 56,366 - 55,12 = 1,246$$

$$z_{max1}^{пр} = 60,492 - 56,366 = 4,126$$

$$z_{min3}^{пр} = 55,12 - 54,86 = 0,26$$

$$z_{min2}^{пр} = 55,366 - 55,12 = 0,246$$

$$z_{min1}^{пр} = 56,492 - 55,366 = 1,126$$

Таблица 3. Припуски на механическую обработку наружной поверхности.

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск к $2Z_{min}$, мкм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск Td, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{min}	d_{max}	2ПР Z_{min}	2ПР Z_{max}
Прокат	200	300	63,6	-	-	56,492	4000	56,492	60,492	-	-
Токарная с ЧПУ											
Установ А											
Черновое	32	30	63	-	1126	55,366	1000	55,366	56,366	1,126	4,126
Установ Б											
Черновое	32	32	61	-	246	55,12	1000	55,12	56,12	0,246	1,246
Чистовое	20	20	46	-	260	54,86	190	54,86	55,05	0,26	1,07
Итого, Σ										1,632	6,442

Таблица 4. Припуски на механическую обработку внутренней поверхности.

Технологические операции обработки заготовки	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск к $2Z_{min}$, мм	Расчетный размер d_p , мм	Допуск Td, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	Δ	ε				d_{min}	d_{max}	2ПР Z_{min}	2ПР Z_{max}
Токарная с ЧПУ Установ А											
Черновая	120	50	48	-	-	46,6	1000	46,6	56,6	-	10,2
Чистовая	20	25	48		215	46,4	400	46,4	46,8	0,2	-
Итого, Σ										0,2	10,2

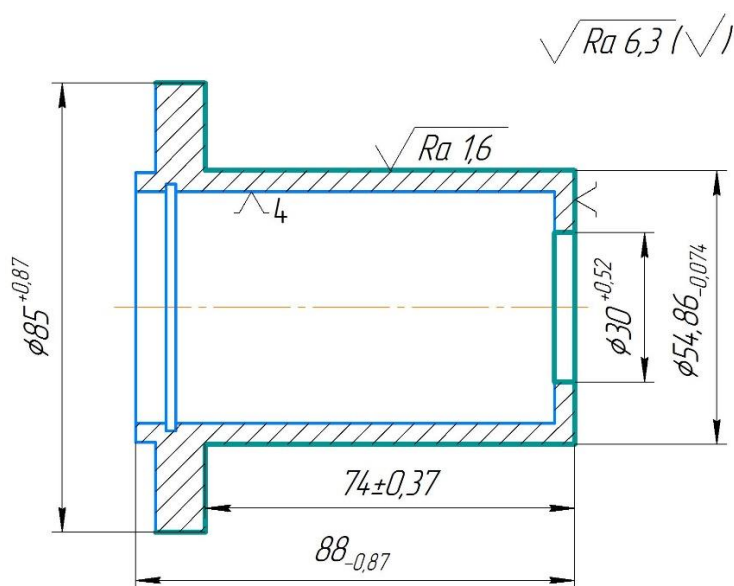
2.6 Проектирование технологических операций

Проведем уточнение технологического маршрута обработки детали, спроектируем технологический процесс изготовления детали «Сепаратор 1-й ступени». Данные сведем в таблицу 5.

Таблица 5. Технологический процесс изготовления детали «Сепаратор 1-й ступени».

* Размер для справок
005 Заготовительная
А. Установить пруток в призмы.
Базы: наружный диаметр и торец.
1. Отрезать заготовку, выдерживая размер 92_{-2} .

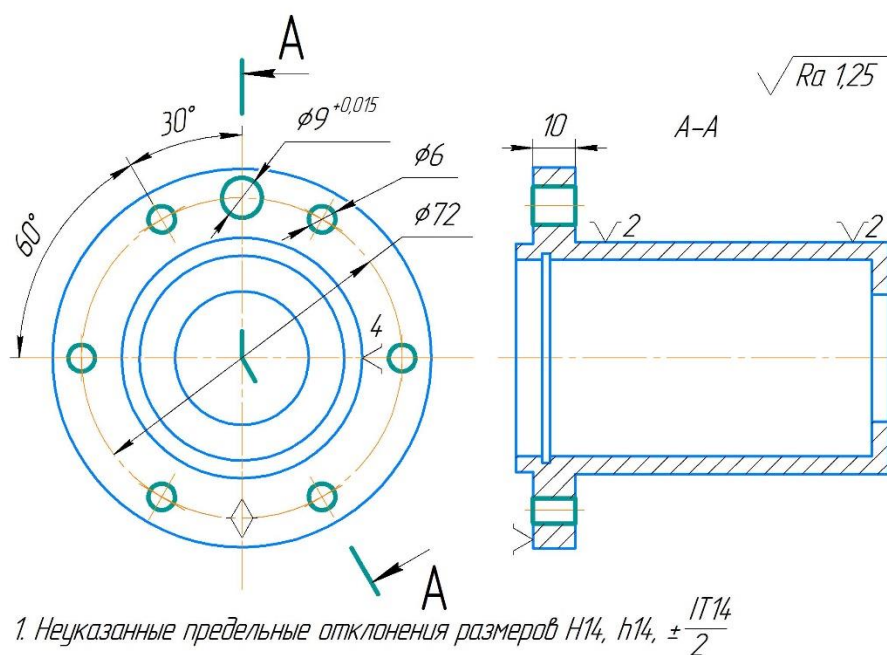
Продолжение таблицы 5.



Б. Переустановить деталь на оправку.

Базы: Внутренний диаметр, торец.

0. Подрезать торец выдерживая размер $88_{-0,87}$ мм.
1. Точить наружный диаметр $\phi 85^{+0,87}$ на проход.
2. Точить наружный диаметр $\phi 54,86_{-0,074}$ мм на длину $74 \pm 0,37$ мм.
3. Рассверлить отверстие насквозь на подрезанном торце заготовки, выдерживая размер $\phi 30^{+0,52}$ мм.



020 Координатно-расточная

А. Установить деталь в цанговый патрон на поворотный стол координатно-расточного станка.

Базы: Внешний диаметр, торец.

1. Центровать 7 отверстий согласно эскизу.
2. Сверлить сквозное отверстие, выдерживая размер $\phi 8,5^{+0,09}$ мм.
3. Сверлить 6 сквозных отверстий, выдерживая размер $\phi 6^{+0,3}$ мм.
4. Развернуть отверстие, выдерживая размер $\phi 9^{+0,015}$ мм.

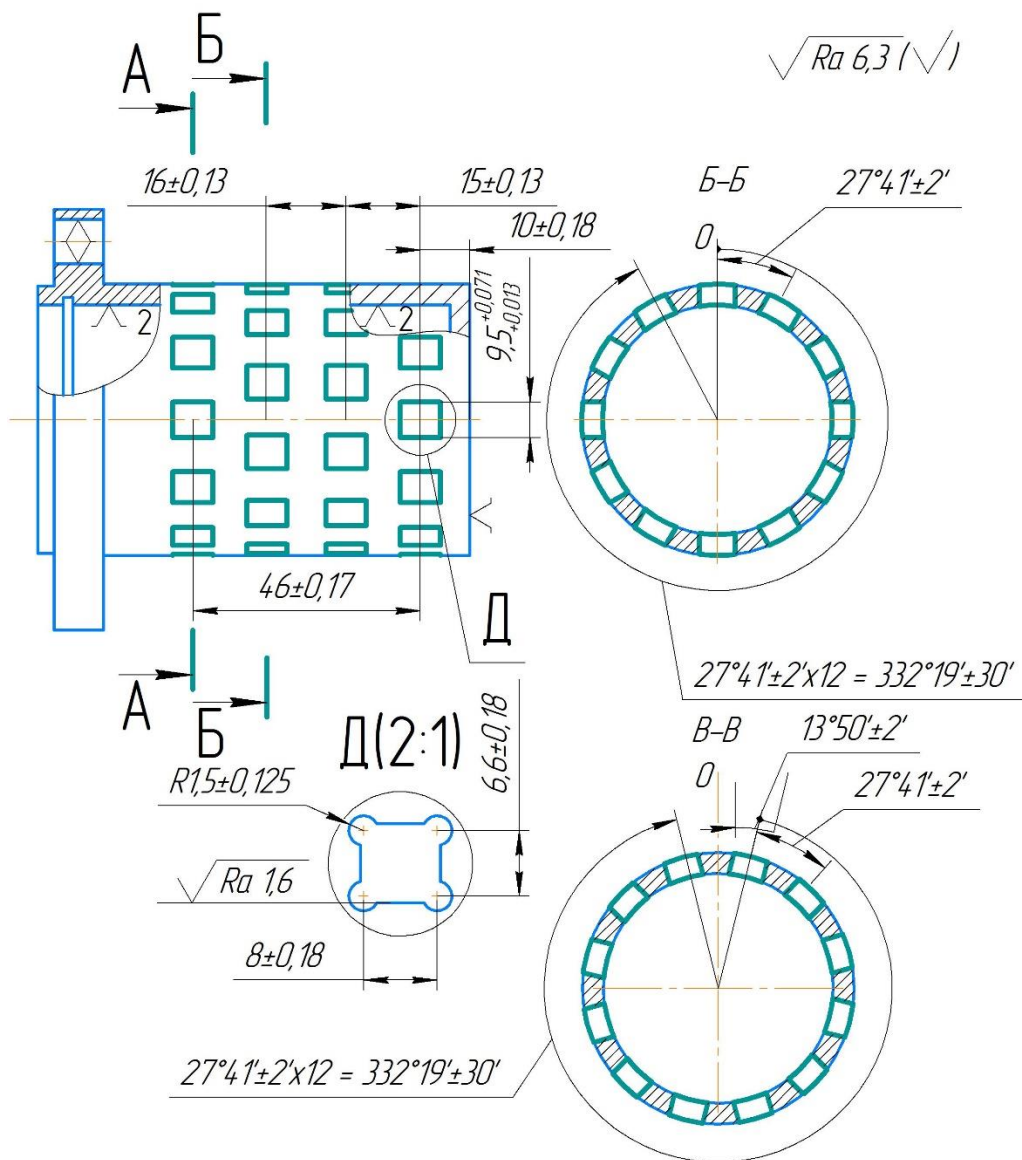
Продолжение таблицы 5.

025 Слесарная

1. Снять заусенцы.
2. Притупить острые кромки.
3. Нарезать сквозную резьбу М8 в 6 отверстиях $\varnothing 6$.

030 Контрольная

1. Контролировать выполнение всех размеров и отверстий, присутствующих на детали.



035 Фрезерная с ЧПУ

А. Установить деталь на оправку в патрон делительной головки.

Базы: Внутренний диаметр, торец.

1. Центровать 48 отверстий согласно эскизу.
2. Сверлить сквозные отверстия, согласно эскизу.
3. Фрезеровать согласно эскизу.

Продолжение таблицы 5.

040 Слесарная	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Снять заусенцы. 2. Притупить острые кромки. 	
<p>1. Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm \frac{IT14}{2}$</p>	<p>045 Круглошлифовальная А. Установить деталь в трехкулачковый патрон. Базы: внешний диаметр, торец. 1) Шлифовать заготовку, выдерживая размер $\varnothing 54_{-0,019}$ мм R0,2 мм.</p>
050 Промывочная	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Промыть деталь по ТТП 01279-00001. 	
055 Контрольная	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Контролировать выполнение всех размеров и отверстий, присутствующих на детали. 	
060 Консервация	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Консервация по ТТП 60270-00001, вариант 1. 	

2.6.1 Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения зависит в большей степени от габаритов заготовки и точности обработки. Также следует выбирать оборудование с наименьшей стоимостью и наиболее универсальное. Выбор следует начинать со стандартного оснащения. В том случае, когда стандартного оснащения недостаточно, производится выбор и проектирование специального оснащения.

Подберем необходимые для механической обработки средства технологического оснащения (табл. 6), а также необходимые средства контрольно-измерительного оснащения (табл. 7).

Таблица 6. Средства технологического оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
005 Заготовительная	Круглопильный отрезной станок SIRIO 315	Пила 2257-0209 ГОСТ 4047-82 (Ø315)	Призмы 7033- 0031 ГОСТ 12195-66; Накидная планка 7019- 0670 ГОСТ 14735-65; Винт М12 ГОСТ 1491-80
010 Токарная с ЧПУ Установ А	Токарный станок с ЧПУ FCL-25TT	Резец подрезной 2112-0018 Т15К6 ГОСТ 18880-73; Центр. св. Ø2,5 мм 2317-0105 Р6М5 ГОСТ 14952-75; Сверло Ø15 2301- 0050 ГОСТ 10903- 77; Сверло Ø25 2301- 0087 ГОСТ 10903- 77; Сверло Ø45 2301- 3725 ГОСТ 10903- 77; Резец расточной 2141-0058 Т30К4 ГОСТ 18883-73; Резец канавочный 2666-0017 Т15К6 ГОСТ 18885-73	3-х кулачковый патрон 7100- 0015 ГОСТ 2675-80

Продолжение таблицы 6.

<p>010 Токарная с ЧПУ Установ Б</p>	<p>Токарный станок с ЧПУ FCL-25TT</p>	<p>Резец подрезной 2112-0101 Т15К6 ГОСТ 18880-73; Резец проходной упорный 2101-0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73; Резец чистовой широкий 2120-0062 Т30К4 ГОСТ 18881-73; Сверло Ø30 2301-0106 ГОСТ 10903-77</p>	<p>Оправка цанговая 7112-1468 ГОСТ 31.1066.02-85</p>
<p>020 Координатно-расточная</p>	<p>Координатно-расточной станок 2В440АФ10</p>	<p>Центр. св. Ø1 мм 2317-0101 Р6М5 ГОСТ 14952-75; Сверло Ø8,5 мм 2301-3572 Р6М5 ГОСТ 10903-77; Сверло Ø6,5 мм 2301-3555 Р6М5 ГОСТ 10903-77; Развертка Ø9 мм Р6М5 2363-0094 ГОСТ 1672-80</p>	<p>Поворотный стол 7204-0001 ГОСТ 16936-71; Прихваты 7011-0507 ГОСТ 4735-69; Болт М10 ГОСТ 7798-70; Гайка М10 ГОСТ 5915-70</p>
<p>025 Слесарная</p>	<p>Тиски слесарные 7827-0253 ГОСТ 4045-75</p>	<p>Метчик М8 Р6М5 2621-1223 ГОСТ 3266-81; Надфиль 2826-0001 ГОСТ 23461-84</p>	<p>Вороток М8-М9 6910-0162 ГОСТ 22395-77</p>
<p>035 Фрезерная с ЧПУ</p>	<p>Малогобаритный вертикально-фрезерный Haas CM-1 с ЧПУ</p>	<p>Центр. св. Ø1 мм 2317-0101 Р6М5 ГОСТ 14952-75; Сверло Ø6,5 мм 2301-3558 Р6М5 ГОСТ 10903-77; Сверло Ø3 мм 2302-0371 Р6М5 ГОСТ 20695-75;</p>	<p>Специальная оправка (Приложение Б)</p>

Продолжение таблицы 6.

		Фреза Ø3 мм Т15К6 2220-0001 ГОСТ 17025-71	
040 Слесарная	Тиски слесарные 7827-0253 ГОСТ 4045-75	Надфиль 2826- 0001 ГОСТ 23461-84	-
045 Круглошлифоваль- ная	Круглошлифо- вальный станок 3С120В	Шлифовальный круг ПП240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35м/с ГОСТ 2424-83	3-х кулачковый патрон 7100-007 ГОСТ 2675-80

Таблица 7. Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
005 Заготовительная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-I-125- 0,1-1 ГОСТ 166-89
010 Токарная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-II-125- 0,1-1 ГОСТ 166-89; Штангенциркуль ШЦ-II -125- 0,02-1 ГОСТ 166-89; Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378- 88; Нутромер НИ 18-50-1 ГОСТ 868-22; Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90
020 Координатно- расточная	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-III-125- 0,1-1 ГОСТ 166-89; Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868-22
025 Слесарная	Инструментальный, визуальный	Резьбовая калибр-пробка М8 8221-3036 ГОСТ 519-77
030 Контрольная	Инструментальный	Инструментальный микроскоп ИМЦ 100х50, А ГОСТ 8074-82
035 Фрезерная с ЧПУ	Инструментальный	Штангенциркуль ШЦ-II-125- 0,1 ГОСТ 166-89; Нутромер НИ 6-10-1 ГОСТ 868-22

Продолжение таблицы 7.

		Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93
040 Слесарная	Визуальный	-
045 Круглошлифовальная	Инструментальный	Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Микрометр МК75-1 ГОСТ 6507-90

2.6.2 Выбор и расчет режимов резания

Режимом резания называется совокупность элементов, определяющих условия протекания процесса резания. К элементам режима резания относятся – глубина резания, подача, период стойкости режущего инструмента и скорость резания. Произведем выбор и расчет оптимальных режимов обработки, уточнение геометрии и материала режущей части инструмента. Все значения и формулы будут взяты из справочников [37,38].

Скорость резания (м/мин) рассчитывается по формуле:

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

где C_v, x, y, m – коэффициенты, учитывающий материал заготовки и инструмента, значение которых приведены в табл. 2.19 [38];

T – среднее значение стойкости (при одноинструментальной обработке находится в диапазоне 30-60 мин.);

t – глубина резания;

S – подача;

K_v – общий поправочный коэффициент, который расписывается как:

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

где K_{mv} – коэффициенты, учитывающий материал заготовки на обработку [табл. 2.4, 37];

K_{nv} – коэффициенты, учитывающий состояние поверхности заготовки на обработку [табл. 2.5, 38];

K_{uv} – коэффициенты, учитывающий материал инструмента на обработку [табл. 2.6, 38].

$$K_{mv} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

где K_{Γ} – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости; σ_B – предел прочности, МПа; n_v – показатель степени при обработке резцами [табл. 2.2, 38].

010 Токарная с ЧПУ

Установ А

Обработка цилиндрической поверхности

Резец отрезной 2130-0255 ГОСТ 18884-73;

Материал режущей пластины: Т15К6.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

Размер державки резца: 25x16 мм.

Скорость резания в м/мин:

$$V = \frac{C_v}{T^{m_t} \cdot x \cdot s_y} \cdot K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = \frac{350}{30^{0,2} \cdot 4^{0,15} \cdot 0,6^{0,35}} \cdot 0,95 \left(\frac{750}{980} \right)^1 \cdot 1 \cdot 1 = 125,52 \text{ м/мин}$$

010 Токарная с ЧПУ

Установ Б

Получение отверстия $\varnothing 30^{+0,52}$ мм.

Сверло $\varnothing 30$ 2301-0106 ГОСТ 10903-77;

Материал сверла: Р6М5.

Обрабатываемый материал: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s} \cdot s_y} \cdot K_v,$$

где $C_v = 9,8$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки и сверла;

K_v – общий поправочный коэффициент на скорость резания, равный произведению коэффициента обрабатываемого материала [табл. 2.1 – 2.4, 38] на коэффициент инструментального материала [табл. 2.6, 38] на коэффициент, учитывающий глубину сверления [табл. 2.44, 38];

$T = 25$ мин – период стойкости сверла;

$S = 0,45$ мм/об – подача;

m, y, q – показатели степени

$$V = \frac{9,8 \cdot 30^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,45^{0,5}} \cdot 0,668 = 10,4 \text{ м/мин}$$

Режимы резания для остальных операций подберем по справочнику [38]. Данные занесем в таблицу 8.

Таблица 8. Режимы резания

Операция	Инструмент	Глубина t , мм	Подача s , мм/об	Скорость v , м/мин	Стойкость T , мин
010 Токарная с ЧПУ Установ А Черновая Чистовая	Резец подрезной 2112-0018 Т15К6 ГОСТ 18880-73	2	1,2	115,6	30
	Сверло Ø15 2301-0050 ГОСТ 10903-77;	7,5	0,4	22	25
	Сверло Ø25 2301-0087 ГОСТ 10903-77;	12,5	0,45	20	25
	Сверло Ø45 2301-3725 ГОСТ 10903-77	23	0,6	17,7	45
	Резец расточной 2141-0058 Т30К4 ГОСТ 18883-73	0,4	0,06	140	30

Продолжение таблицы 8.

	Резец канавочный 2666-0017 Т15К6 ГОСТ 18885-73	1,55	0,13	200	30
010 Токарная с ЧПУ Установ Б Черновая Чистовая	Резец подрезной 2112-0017 Т15К6 ГОСТ 18880-73	1	1,2	116,6	30
	Резец проходной упорный 2101- 0013 Т15К6 ГОСТ 18879-73	2,5	0,8	117,6	30
	Резец чистовой широкий 2120- 0062 Т30К4 ГОСТ 18881-73	0,14	0,1	120	30
	Сверло Ø30 2301-0106 ГОСТ 10903-77	15	0,45	20	25
020 Координатно- расточная Черновая Чистовая	Сверло Ø8,5 мм 2301-3572 Р6М5 ГОСТ 10903-77	4,25	0,2	19,1	15
	Сверло Ø6,5 мм 2301-3562 Р6М5 ГОСТ 10903-77	3	0,2	18,2	15
	Развертка Ø9 мм Р6М5 2363- 0094 ГОСТ 1672-80	0,25	0,8	15,4	20

Продолжение таблицы 8.

035 Фрезерная с ЧПУ Черновая Чистовая	Сверло Ø6,5 мм 2301-3558 Р6М5 ГОСТ 10903-77	3,25	0,2	15,5	25
	Сверло Ø3 мм 2301-3551 Р6М5 ГОСТ 10903-77	1,5	0,1	20,2	15
	Фреза Ø3 мм Т15К6 2220-0173 ГОСТ 17025-71	0,7	0,4	33,9	80
045 Кругло-шлифовальная Чистовая	Шлифовальный круг ПП240×18×32 45А 10-П С2 7 К4 А 1кл 35 м/с ГОСТ 2424-83	0,01	0,01	30	120

2.6.3 Расчет норм времени технологического процесса

Расчет штучного времени и нормирование работ для операции 010.

Определяем штучное время:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{об} + T_{от},$$

где T_0 – основное время, мин.;

$T_в$ – вспомогательное время, мин.;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{от}$ – время перерывов на отдых.

$$T_0 = \frac{L}{Sn} i,$$

где L – длина обработки, мм

S – подача, мм/об;

n – частота вращения шпинделя, мин^{-1} ;

i – число заходов.

$$L = l_0 + l_1 + l_2$$

где l_0 – длина обрабатываемой поверхности в направлении обработки, мм

l_1 – длина врезания, мм

l_2 – перебег режущего инструмента, мм

Расчет вспомогательного времени определяется по формуле:

$$T_B = 0,15 \cdot T_0.$$

Все данные по расчету времени в таблице 9.

Таблица 9. Время выполнения технологического процесса.

Операция	Время, затраченное на механическую обработку, мин.	Время, затраченное на установку, наладку оборудования, мин.	Общее время операции, мин.
005 Заготовительная	2	0,5	2,5
010 Токарная с ЧПУ			
Установ А	3	0,5	3,5
Установ Б	4	0,5	4,5
020 Координатно-расточная	1	0,5	1,5
025 Слесарная	5	-	5
030 Контрольная	-	-	5
035 Фрезерная с ЧПУ	15	2,5	17,5
040 Слесарная	5	-	5
045 Круглошлифовальная	1	0,5	1,5
050 Слесарная	1	-	1
055 Промывочная	-	-	10
060 Контрольная	-	-	20
065 Консервация	-	-	10
Итого, Σ :			87

2.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Для создания управляющих программ для станков с ЧПУ воспользуемся САМ-системой FeatureCAM. Программы, разработанные для таких операций, как токарная с ЧПУ 010, представлены в приложении А.

2.8 Размерный анализ технологического процесса

Одной из задач размерного анализа технологического процесса является правильное и обоснованное определение промежуточных и окончательных технологических размеров и допусков для обрабатываемой детали. Некоторые поверхности заготовки могут подвергаться обработке на нескольких переходах или операциях в зависимости от требуемой точности и шероховатости. В подобных случаях оставляется припуск на последующий переход (операцию) и устанавливается промежуточный технологический размер. Чтобы это определить, нужно рассчитать технологическую цепь, у которой замыкающим звеном служит припуск [39].

У размерного анализа есть несколько целей, которые должны определить:

- 1) Технологический размер и допуск.
- 2) Предельные отклонения размеров, припусков и расчет размеров заготовки.
- 3) Наиболее приемлемой последовательности обработки отдельных поверхностей с требуемой точностью размеров.

Рассмотрим размерный анализ техпроцесса, рассчитав точные размеры детали, выполненных на токарной операции. Все результаты в таблице 10.

Таблица 10. Размерный анализ технологического процесса для точных поверхностей

Операция	Эскиз	Расчет размерных цепей
010 Токарная с ЧПУ Установ А	<p>The drawing shows a shaft with three diameters: \$D_{11}\$ (top), \$D_{12}\$ (middle), and \$D_{13}\$ (bottom). The axial lengths from the left end are \$A_{11}\$, \$A_{12}\$, and \$A_{13}\$. The axial distances from the right end to the start of each diameter are \$Z_{11}\$, \$Z_{12}\$, and \$Z_{13}\$. The differences in axial lengths are \$DZ_{11} = A_{13} - A_{12}\$ and \$DZ_{12} = A_{12} - A_{11}\$. A chamfer angle of 4 degrees is indicated at the right end.</p>	$A_{11} = 80,5 \pm 0,435 \text{ мм};$ $A_{12} = 84,5 \pm 0,435 \text{ мм};$ $A_{13} = 89_{-0,87} \text{ мм};$ $D_{11} = 30^{+0,52} \text{ мм};$ $D_{12} = 45,4^{+0,062} \text{ мм};$ $D_{13} = 54,2_{-0,019} \text{ мм};$ $Z_{11} = A_{12} - A_{11} = 84,5 \pm 0,435 - 80,5 \pm 0,435 = 4 \pm 0,87 \text{ мм};$ $Z_{12} = A_{13} - A_{12} = 89_{-0,87} - 84,5 \pm 0,435 = 4,5_{-1,305}^{+0,435} \text{ мм};$ $DZ_{11} = D_{13} - D_{12} = 54,2_{-0,019} - 45,4^{+0,062} = 8,8^{+0,081} \text{ мм};$ $DZ_{12} = D_{13} - D_{11} = 54,2_{-0,019} - 30^{+0,52} = 24,2^{+0,539} \text{ мм};$
010 Токарная с ЧПУ Установ Б	<p>The drawing shows a shaft with three diameters: \$D_{21}\$ (top), \$D_{22}\$ (middle), and \$D_{23}\$ (bottom). The axial lengths from the left end are \$A_{21}\$, \$A_{22}\$, and \$A_{23}\$. The axial distances from the right end to the start of each diameter are \$Z_{21}\$, \$Z_{22}\$, and \$Z_{23}\$. The differences in axial lengths are \$DZ_{21} = A_{23} - A_{22}\$ and \$DZ_{22} = A_{22} - A_{21}\$. A chamfer angle of 4 degrees is indicated at the right end.</p>	$A_{21} = 75,5 \pm 0,435 \text{ мм};$ $A_{22} = 84 \pm 0,435 \text{ мм};$ $A_{23} = 86_{-0,87} \text{ мм};$ $D_{21} = 30^{+0,52} \text{ мм};$ $D_{22} = 54,86_{-0,074} \text{ мм};$ $D_{23} = 85^{+0,87} \text{ мм};$ $Z_{21} = A_{22} - A_{21} = 84 \pm 0,435 - 75,5 \pm 0,435 = 8,5 \pm 0,87 \text{ мм};$ $Z_{22} = A_{23} - A_{22} = 86_{-0,87} - 84 \pm 0,435 = 2_{-1,305}^{+0,435} \text{ мм};$ $DZ_{21} = D_{23} - D_{22} = 85^{+0,87} - 54,86_{-0,074} = 30,14^{+0,944} \text{ мм};$ $DZ_{22} = D_{23} - D_{21} = 85^{+0,87} - 30^{+0,52} = 55_{-0,52}^{+0,87} \text{ мм};$

2.9 Техничко-экономические принципы проектирования технологического процесса

Техничко-экономические показатели – система измерителей, характеризующая материально-производственную базу предприятий (производственных объединений) и комплексное использование ресурсов. Они применяются для планирования и анализа организации производства и труда, уровня техники, качества продукции, использования основных и оборотных фондов, трудовых ресурсов.

В соответствии с экономическим принципом изделия должны быть изготовлены при наименьшей затрате времени и наименьшей себестоимости изделия, с минимальными затратами труда и издержками производства. Из имеющихся вариантов технологических процессов изготовления одного и того же изделия предпочтение отдают наиболее производительному и рентабельному. Если случается так, что получаются одинаковые варианты производительности, то берется более рентабельный, и наоборот: при равных рентабельных вариантах берется наиболее производительный.

В данной работе необходимо рассчитать только уровень механизации и автоматизации производства. Остальные показатели берутся и рассчитываются только для полного производства, т.к. требуются данные по производственным затратам механической и электрической энергии по предприятию в целом.

Также, произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат, взяв цены 2018 года, и сведем все в таблицы 11 и 12. В расчете используются следующие показатели:

- 1) стоимость оборудования.
- 2) затраты, связанные с оплатой труда рабочих, участвующих в производстве детали.
- 3) стоимость материала для получения заготовок.

Таблица 11. Стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
005 Заготовительная	Круглопильный отрезной станок SIRIO 315	232 400
010 Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ FCL-25ТТ	1 460 000*
020 Координатно- расточная	Координатно- расточной станок 2В440АФ10	2 400 000
030 Фрезерная с ЧПУ	Малогобаритный вертикально-фрезерный Haas CM-1 с ЧПУ	4 500 000*
040 Круглошлифовальная	Круглошлифовальный станок 3С120В	300 000
Итого, Σ		8 892 400

*Цена указана при курсе доллара 63,2 р. (05.05.18)

Таким образом, для технологического оснащения производства детали «Сепаратор первой ступени» потребуется порядка 8 892 400 руб., и это без учета затрат на инструменты.

Назначим мелкосерийное производство деталей.

Расчёт программы запуска:

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{вып}} \cdot 100}{100 - a_{nn}} = \frac{1000 \cdot 100}{100 - 3} = 1031 \text{ шт.}$$

где $Q_{\text{вып}}$ – программа выпуска 1000 единиц продукции в год;

a_{nn} - процент технологически неизбежных потерь (3% брака).

При мелкосерийном производстве в год необходимо произвести 1031 единиц продукции, с учетом получения бракованных деталей.

Расчёт планового фонда времени работы оборудования:

$$T_{\text{пл}} = (365 - T) \cdot 1 \cdot 7,5 \cdot 0,97 = 1789,65 \text{ часов,}$$

где T – число нерабочих дней в году, 119 дней; 1 – число смен; 7,5 – число часов работы в смену (перерыв 0,5 часа); 0,97 – учитываемый % брака.

Такт мелкосерийного производства:

$$r = \frac{T_{\text{пл}} \cdot 60}{Q_{\text{зап}}} = \frac{1789,65 \cdot 60}{1031} = 104 \text{ мин/шт.}$$

Рассчитаем необходимое число рабочих мест, коэффициент загрузки рабочих мест и занесем результаты в таблицу 11.

$$C_{pi} = \frac{t_{\text{оп}}}{r}; K_{zi} = \frac{C_{pi}}{C_{\text{при}}},$$

где $t_{\text{оп}}$ – время работы оператора;

C_{pi} – расчетное число рабочих мест;

$C_{\text{при}}$ - принятое число рабочих мест.

Таблица 12. Расчет числа рабочих мест, коэффициентов загрузки рабочих мест

Операция	Оперативное время ($t_{\text{оп}}$), мин	Количество рабочих мест		Коэффициент загрузки рабочих мест (K_{zi})
		Расчетное C_{pi}	Принятое $C_{\text{при}}$	
Заготовительная	10	0,096	1	0,096
Токарная с ЧПУ	18	0,16	1	0,16
Координатно-расточная	13	0,125	1	0,125
Слесарная	20	0,19	1	0,19
Фрезерная с ЧПУ	25	0,24	1	0,24
Слесарная	20	0,19	1	0,19
Круглошлифовальная	13	0,125	1	0,125
Слесарная	20	0,19	1	0,19
Промывочная	10	0,096	1	0,096
Консервация	15	0,145	1	0,145
Итого:	164		10	1,551

При мелкосерийном производстве, для изготовления детали, нужно минимум 10 рабочих мест. Средний коэффициент загрузки рабочих мест равен 0,15.

2.10 Проектирование средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [39].

Средства технологического оснащения подразделяются на технологическое оборудование, средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов) и технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков.

Технологическая оснастка - это средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса и устанавливаемые на технологическом оборудовании (или применяемые рабочим) для выполнения данной конкретной операции или группы операций. К оснастке при получении заготовок относятся: штампы, литейные формы, модели, прессформы и др. К

оснастке при механической обработке относятся: приспособления, режущий, вспомогательный и мерительный инструмент [40].

Приспособление - это технологическая оснастка, предназначенная для установки или направления предмета труда или инструмента при выполнении технологической операции. Станочное приспособление - это не имеющее формообразующих средств вспомогательное орудие производства, предназначенное для установки в нем заготовок с целью изготовления изделий на механообрабатывающем оборудовании.

2.10.1 Обоснование выбора схемы приспособления

В качестве образца для проектирования специального приспособления был выбрана цанговая оправка. Изменения были заключены в создании некой выточки, т.е. вдоль вала соблюдается разные диаметры этого самого вала. Это нужно было для того, чтобы сделать отверстия без повреждения приспособления и избежание трудности снятия детали с него. Данный патрон подразумевает закрепление заготовки диаметром до 50 мм включительно.

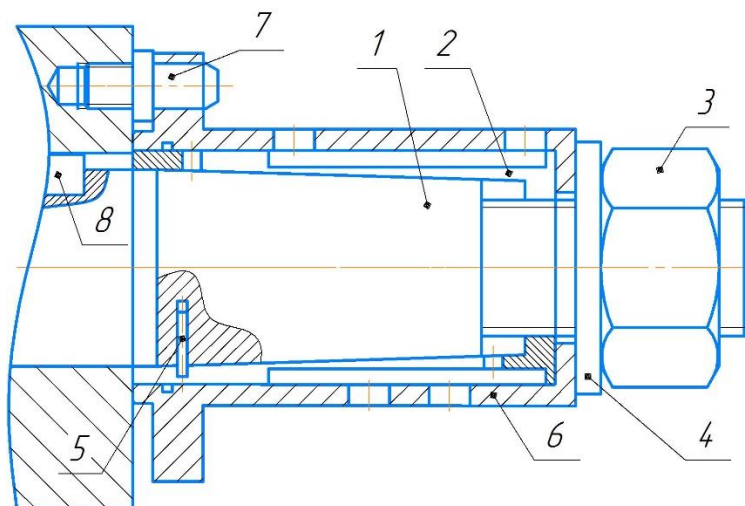


Рисунок 3 — Специальное приспособление с установленной на нее деталью

Для придания неподвижного положения заготовки в пространстве необходимо лишить ее шести степеней свободы. Три степени свободы лишают перемещение в декартовой системе координат, еще три степени предотвращают вращения вокруг осей декартовой системы координат. В

процессе механической обработки детали «Сепаратор» на токарных операциях, необходимо, чтобы заготовка была лишена пяти степеней свободы, при этом не лишая возможности вращения вокруг оси z, поскольку вращением вокруг этой оси будет являться главным движением резания.

При обработке тонкостенных деталей применение жестких оправок может вызвать искажение формы деталей, поэтому в подобных случаях применяют разжимные оправки. У оправок цанга 2 с продольными прорезями, перемещаясь с помощью гайки 3 по конусу 1, упруго разжимается и закрепляет деталь 6. Штифт 5, входящий в прорезь цанги, препятствует проворачиванию на оправке. Палец 7 не дает провернуться детали при обработке, а шпонка 8 самой оправке.

2.10.2 Расчет погрешности базирования и установки заготовки

Суммарная погрешность при выполнении любой операции механической обработки состоит из погрешности установки детали, погрешности настройки станка и погрешности обработки. На стадии проектирования приспособления сложно учитывать погрешность установки и, таким образом, избежать, по возможности, этой погрешности.

Расчетная суммарная погрешность приспособления определяется по формуле:

$$\Delta_{\text{пр}} \leq \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega),$$

где: $\delta = 0,16$ мм – допуск на размер обрабатываемой детали;

$\varepsilon_6 = 0$ – погрешность базирования;

$K_1 = 0,8 \dots 0,85$; и $K_2 = 0,6 \dots 1,0$ – коэффициенты;

$\Delta_y = 0,050$ – погрешность установки детали при выполнении данной операции;

$\omega = 1$ – точность обработки.

Допуск на размер заготовки, зажимаемой в оправке – 46Н12 (для заготовки) равен 0,16 мм.

Погрешность базирования для самоцентрирующегося устройства равна нулю, согласно таблицам справочника [40].

Погрешность установки при установке в оправке с чисто обработанной базой, при радиальном смещении заготовки, для диаметра 46 мм равна 10 мкм.

Тогда рассчитываем погрешность приспособления:

$$\Delta_{\text{пр}} = \delta - (K_1 \cdot \varepsilon_6 + \Delta_y + K_2 \cdot \omega) = 0,16 - (0,8 \cdot 0 + 0,05 + 0,03 \cdot 1) = 0,08 \text{ мм.}$$

Данный расчет показывает, что для выполнения чистовой операции точения при заданных условиях для оправки достаточна точность 0,08 мм. Точность изготовления разжимных оправок обычно позволяет устанавливать заготовку с точностью до 0,1 мм, что удовлетворяет значению точности, т.е. приспособление обеспечивает требуемую точность.

2.10.3 Расчет усилий зажима заготовки

Усилия зажима будем определять в зависимости от выбранной схемы закрепления заготовки. При данном расположении сил, наибольшее значение имеет сила P_x , по которой обычно и производится расчет. Сила P_x стремится повернуть заготовку в оправке. Этому препятствует сила зажима в оправке W . Суммарное усилие зажима определяется по формуле [41]:

$$W = \frac{K \cdot P_x \cdot R_0}{f \cdot R},$$

где P_x – сила резания, проворачивающая заготовку, Н;

K – коэффициент запаса, принимается равным от 1,3...1,6;

R_0 – радиус обработанной поверхности, мм;

R – радиус, на котором осуществляется усилие зажима, мм;

f – коэффициент трения.

Для данного случая, учитывая конструктивные размеры $R = 46$ мм и $R_0 = 54,2$ мм.

$$P_x = P_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2$$

Табличная величина силы резания P_x для глубины резания 4 мм, подачи 0,7 мм/об, равна 7 кН. Величина коэффициента K_1 , при обработке стали

твердостью до 300 НВ, равен 0,9. Коэффициент K_2 для скорости резания до 200 м/мин равен 0,9. Тогда фактическая величина силы резания равна:

$$P_x = P_{\text{табл}} \cdot K_1 \cdot K_2 = 7 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 5,67 \text{ кН.}$$

Усилие зажима для данной заготовки будет равно:

$$W = K \cdot P_x \cdot P_0 \cdot f \cdot R = 1,5 \cdot 5,67 \cdot 54,2 \cdot 46 = 4,14 \text{ кН.}$$

Для того чтобы закрепить заготовку в приспособлении, и обеспечить оптимальные условия обработки потребуется усилие в 4,14 кН, для зажима заготовки.

2.10.4 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Автоматизация производственных процессов на основе внедрения роботизированных технологических комплексов и гибких производственных модулей, вспомогательного оборудования, транспортно-накопительных и контрольно-измерительных устройств, объединенных в гибкие производственные системы, управляемые от ЭВМ, является одной из стратегий ускорения научно-технического прогресса в машиностроении.

Анализ действующих гибких производственных систем (ГПС) показывает, что на них обрабатываются детали партиями от 3 до 500 шт. Однако на отдельных ГПС выпускаются детали партиями в несколько тысяч штук. Применение ГПС целесообразно, когда объемы производства изделий недостаточны для принятия решений о жесткой автоматизации с использованием автоматических линий и когда за ожидаемый срок жизни изделия расходы на создание автоматических линий не могут быть оправданы [42].

Основной ее технологической ячейкой являются гибкие производственные модули (ГПМ). Под ГПМ понимают, комплекс технологических, технических, программных и организационных средств, предназначенных для обработки деталей в автоматизированном режиме с минимальным участием человека. Кроме функции обработки деталей ГПМ выполняет в автоматическом режиме загрузку заготовок в зону резаний из

какого-либо накопителя, выгрузку обработанных деталей из зоны резания в накопитель, частичный ил полный контроль точности обработки и другие функции. Применительно к механообработке основой ГПМ является станок с ЧПУ, оснащенный дополнительными технологическими и техническими средствами.

Для автоматизации операции используем промышленного робота ARKODIM Российского производства. Грузоподъемность манипулятора до 20 кг [43].



Рисунок 4 – Промышленный робот ARKODIM

Роботы обеспечивают высокую надежность в эксплуатации и удобное обслуживание. Для их установки не требуется большая площадь. Кинематическая конструкция манипулятора робота позволяет оптимизировать его положение относительно обрабатываемой детали или заготовки. Они имеют портативный пульт, который обеспечивает оператору удобное программирование движений робота на этапе отладки программы.

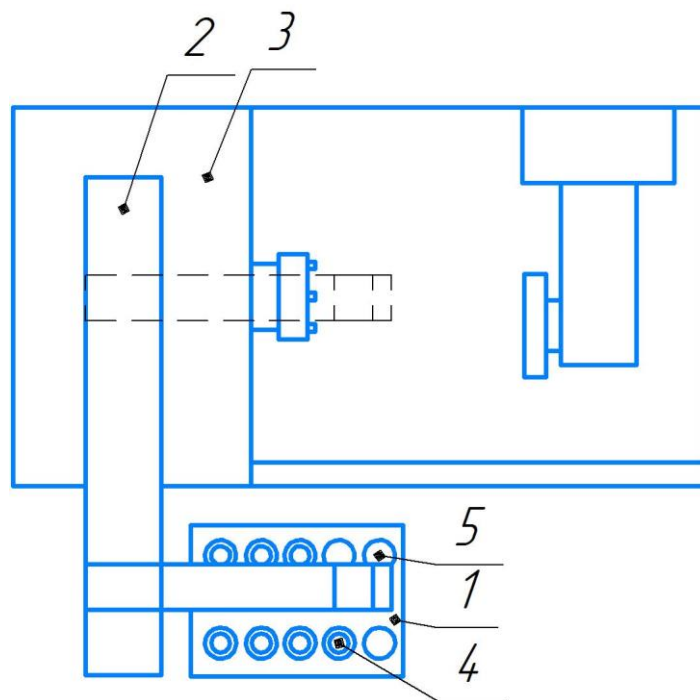


Рисунок 5 – Схема автоматизированной ячейки
 1 – Накопитель-приемник; 2 – Промышленный робот ARKODIM; 3 –
 Токарный станок с ЧПУ; 4 – готовые детали; 5- заготовки.
 Штриховыми линиями обозначена зона работы робота.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСООБЪЕДИНЕНИЕ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич

Школа	ИШНПТ	Отделение	ОМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<p>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих.</p> <p>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов.</p> <p>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования.</p>	<p>Работа с информацией, представленной в российских и иностранных научных публикациях, аналитических материалах, статистических бюллетенях и изданиях, нормативно-правовых документах; анкетирование; опрос</p>
---	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.</p> <p>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований.</p> <p>3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.</p>	<p>Расчет затрат на годовой выпуск продукции:</p> <ul style="list-style-type: none"> - материальные затраты - электроэнергия на технологические нужды - заработная плата с отчислениями на социальные нужды - общепроизводственные и общехозяйственные расходы
--	--

Перечень графического материала

1. Расчет затрат на годовой выпуск продукции.
2. График безубыточности.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.18
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Калмыкова Е.Ю.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич		

3 Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность

В данном разделе ВКР целью стоит определение экономического обоснование производства для выпуска детали по типу «Сепаратор первой ступени». Для достижения данной цели были решены следующие задачи:

- Расчет себестоимости
- Определение цены
- Определение объема производства и продаж
- Анализ безубыточности при условии одноименклатурной продукции

3.1 Расчет затрат на изготовление детали

Данные о затрате на сырье представлены в таблице 13, исходя из материала заготовки и ее цены за тонну.

Таблица 13. Спецификация основных материалов и сырья.

Материал	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Норма расхода на изделие	Сумма на изделие, руб.
Сталь 40Х круг Ø90 мм	Тонна	49390	0,0063	311,16

Суммарные затраты на сырье для производства одной единицы продукции составил 311,16 рублей. Далее идет подсчет на затрату электроэнергии на одну единицу продукции.

Таблица 14. Затраты электроэнергии на технологические нужды.

№	Наименование оборудования	Мощность, кВт	Время эксплуатации (ч. На ед. прод.)	Расход электроэнергии (кВт на ед. прод.)
1	Круглопильный отрезной станок SIRIO 315	1,8	0,04	0,07
2	Токарный станок с ЧПУ FCL-25TT	11	0,13	1,43
3	Координатно-расточной станок 2В440АФ10	8,61	0,06	0,52
4	Малогобаритный вертикально-фрезерный Haas CM-1 с ЧПУ	5	0,29	1,45
5	Круглошлифовальный станок 3С120В	5,18	0,05	0,26
	Итого			3,73

Затраты на электроэнергию производства одной единицы продукции составили 3,73 кВт. Далее идет расчет заработной платы, а точнее расчет, сколько нужно заплатить рабочим за изготовление одной единицы продукции.

Таблица 15. Заработная плата производственных рабочих.

Производственные рабочие	Тарифная ставка, руб/час	Дополнительная зарплата, руб/час	Время занятости рабочего на операции, мин.	Сдельная расценка, руб/ед
Станочник заготовительного оборудования	91	9,1	4	3,64
Оператор станка с ЧПУ	220	22	13	28,6
Станочник широкого профиля	250	25	6	9,6
Слесарь	130	13	16	20,8
Оператор станка с ЧПУ	220	22	13	28,6
Шлифовщик	200	20	5	10
Мойщик	120	12	16	19,2
Контролер	150	15	3	45
Консервировщик	135	13	8	10,8
Итого				187,04

Судя по расчетам в таблице 15, стоимость одной единицы будет составлять 187,04 рубля. В последней таблице будет произведен контрольный расчет, который обуславливает полную затрату на единицу и на тысячу единиц продукции. Здесь рассматриваются вопросы о условно-переменных и постоянных затратах, на основе которых делается вывод о целесообразности выпуска продукции и возможных корректировках.

Таблица 16. Расчет затрат на годовой выпуск продукции.

№	Наименование статей расхода	Ед. изм.	Цена за ед., руб.	Расходы на нат.ед.		Затраты, руб.		Прим.
				На 1 ед.	На 1000 шт.	На 1 ед.	На 1000 шт.	
1	Сырье и основные материалы	кг	49390	0,63	630	0,311	311,16	Табл.13
2	Электричество	кВт	4,65	3,73	3730	17,34	173400	Табл.14
3	ЗП основных произв. рабочих	руб.	-	-	-	187,04	187040	Табл.15

Продолжение таблицы 16.

4	Взносы в фонды ПФР, ФОМС и ФСС.	руб.	-	-	-	57,73	57730	30% от ст.3
5	Общепроизводственные расходы	руб.	-	-	-	509,9	509960	265% от ст.3
6	Общехозяйственные расходы	руб.	-	-	-	644,67	644670	335% от ст.3
Полная себестоимость, в т.ч.		руб.	-	-	-	1422,4	1422400	Сумма 1-6
Условно-переменные затраты		руб.	-	-	-	267,82	267820	Сумма 1-4
Условно-постоянные затраты		руб.	-	-	-	1154	1154000	Сумма 5-6

Именно по цифре в 1 422 400 рублей можно судить о затратах на 1000 единиц. Именно в такое количество обойдется предприятию изготовление детали типа «Сепаратор первой ступени». Осталось рассмотреть безубыточность изготовления детали, где будут взяты цифры условно-переменных и постоянных затрат для расчета избежания убытка на предприятии при однономенклатурной продукции.

3.2 Анализ безубыточности изготовления детали

Точка безубыточности — точка на графике безубыточности в координатах выручка-затраты на месяцы (период) или рассчитанный по формуле объем реализации продукции и услуг равный объему производства, при котором расходы компании компенсированы ее доходами. Производство и реализация последующей продуктовой единицы приносит компании первую прибыль.

Экономический смысл точки безубыточности — выручка, при которой прибыль равна нулю или выручка способная покрыть все постоянные и переменные затраты компании. Выход на точку безубыточности означает выход на окупаемость общих затрат компании. Точка безубыточности рассчитывается в единицах продукции, в денежном выражении или с учётом ожидаемого размера прибыли. Классически, точка безубыточности рассчитываемая от количества единиц продукции предполагает окупаемость

общих затрат. Выручка от реализации продукции (В) должна быть равна общим затратам на производство и реализацию продукции:

$$B = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}}$$

Эту формулу нужно выразить через объем продаж:

$$Q \cdot C_i = Z_{\text{пост}} + Z_{\text{пер}} \cdot Q,$$

где $Z_{\text{пост}}$ — постоянные затраты на весь выпуск продукции, руб.;

$Z_{\text{пер}}$ — переменные затраты на единицу продукции, руб/т;

C_i — цена единицы продукции, руб/т.

Исходя из этого точка безубыточности определится как:

$$Q_{\text{тб}} = \frac{Z_{\text{пост}}}{C_i - Z_{\text{пер}}} = \frac{1154000}{49390 - 26788} = 510 \text{ шт.}$$

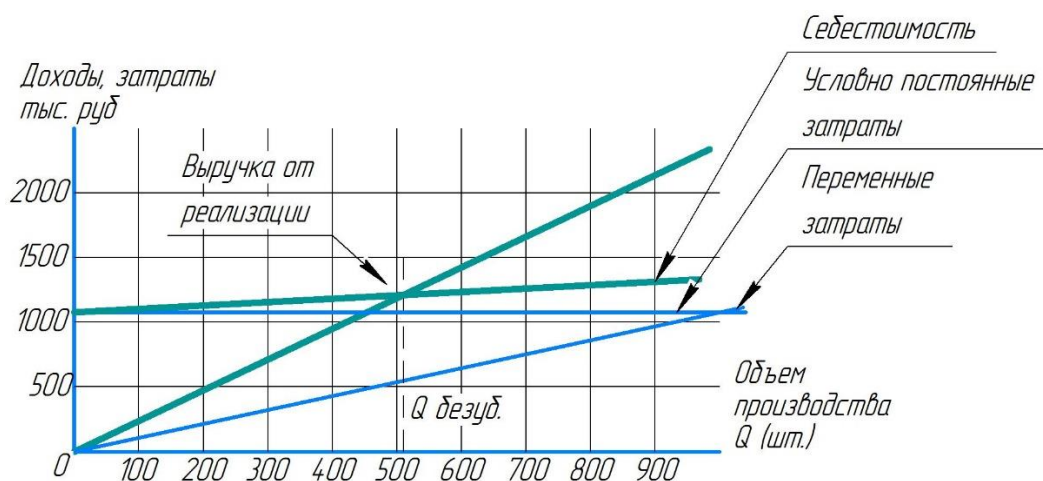


Рисунок 6 – График нахождения точки безубыточности.

Вывод: из проведенного анализа безубыточности изготовления детали «Сепаратор первой ступени» следует, что для мелкосерийного производства детали необходимо как минимум производить 510 деталей в год, чтобы не терпеть убытки.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич

Школа	ИШНПТ	Отделение	ОМ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является производственный технологический процесс детали «Сепаратор первой ступени».
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Производственная безопасность Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения.</p>	<p>1.1 Физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; действие фактора на организм человека; приведение допустимых норм с необходимой размерностью.</p> <p>1.2 Механические опасности; электробезопасность (в т.ч. статическое электричество, молниезащита – источники, средства защиты); пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).</p>
<p>2. Экологическая безопасность:</p>	<p>Защита селитебной зоны; анализ воздействия объекта на атмосферу; анализ воздействия объекта на гидросферу; анализ воздействия объекта на литосферу; разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды.</p>
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p>	<p>Перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; выбор наиболее типичной ЧС; разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p>	<p>специальные правовые нормы трудового законодательства; организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</p>

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.04.18
---	----------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Раденков Т.А.			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А41	Локшин Владислав Евгеньевич		

4 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Сепаратор первой ступени», в работе будет рассмотрено воздействие вредных факторов на человека и окружающую среду в процессе производства детали.

В процессе обработки детали возможны действия следующих вредных и опасных факторов, если станок не оснащён необходимыми средствами безопасности. Станочник подвергается опасности травмироваться сливной стружкой, обрабатываемым изделием, режущим инструментом, поражение электрическим током. В течении вспомогательного времени происходит основное физическое напряжение рабочего, вызываемое многочисленными повторяющимися ручными операциями, особенно при работе на универсальном оборудовании. К вредным факторам, возникающих в цеху можно отнести: превышенный уровень шума, недостаточную освещённость рабочей зоны, загрязнённый воздух, негативное воздействие СОЖ, отклонение показателей микроклимата. Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья.

4.1 Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система организационных мероприятий и технических средств, уменьшающих вероятность воздействия на рабочих, опасных производственных факторов до приемлемого уровня. Для определения опасных факторов на данном производстве воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-74.

Приведем допустимые нормы с необходимой размерностью, а также средства индивидуальной и коллективной защиты для минимизации воздействия фактора.

При производстве детали «Сепаратор первой ступени» на участке цеха используется следующее оборудование: токарный станок с ЧПУ, фрезерный станок с ЧПУ, круглошлифовальный станок. Перечень всех опасных и вредных факторов при изготовлении детали «Сепаратор первой ступени» на примере токарного станка с ЧПУ FCL-25TT приведены ниже в таблице 17.

Таблица 17. Опасные и вредные факторы при изготовлении детали на токарном станке с ЧПУ FCL-25TT.

Вредные и опасные факторы	Меры защиты
1. Незащищённые подвижные элементы производственного оборудования	1. Ограждение зоны обработки
2. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через тело человека	2. U=380В, J=10А, f=50Гц Применение контурного заземления $R_3 \leq 40\Omega$
3. Повышенный уровень шума на рабочем месте УЗД=97дБА ПДУ=80дБА	3. Использование звукопоглощающих покрытий $\alpha \geq 0,5$, защитных кожухов, перфорированных экранов
4. Повышенный уровень вибрации f=18Гц ПДУ=92дБ	4. Упругая подвеска, амортизация, индивидуальные средства защиты (антивибрационные пояса, спец. одежда, поглощающая обувь, коврик)
5. Стружкообразование материала стали 40Х	5. Индивидуальные средства защиты: очки, использование стружколомов, использование автоматической уборки стружки
6. Недостаточная освещенность рабочей зоны	6. Применение комбинированной системы освещения с использованием люминесцентных ламп типа ЛБ и ЛД
7. Повышенная запыленность воздуха рабочей зоны	7. Использование принудительной вытяжной вентиляции, СИЗ
8. Недопустимые метеорологические условия для помещения рабочей зоны	8. Использование приточно-вытяжной вентиляции, системы воздушного отопления

Опасные факторы регламентируются и классифицируются в ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», они приведены в таблице таблица 18.

Таблица 18. Опасные и вредные факторы рабочей зоны

Наименование видов работ	Факторы		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Работа за компьютером, с документами	1.Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны	1. Электрический ток	Параметры микроклимата – СанПиН 2.2.4.548–96
	2. Превышение уровня шума	2. Пожароопасность	Уровень шума – СН 2.2.4/2.1.8.562–96
	3.Недостаточная освещенность рабочей зоны		Уровень освещенности – СП 52.13330.2011

4.1.1 Отклонение показателей микроклимата рабочей зоны

В помещениях, предназначенных для работы с компьютерной техникой, должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПин 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 19).

Таблица 19. Параметры микроклимата для помещений, где установлены компьютеры

Период года	Температура воздуха в помещении, °С	Относительная влажность воздуха в помещении, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный, переходный	21-23	60-40	0,1
Теплый	22-24	60-40	0,1

При пребывании человека в оптимальных микроклиматических условиях сохраняется нормальное функционирование организма без напряжения механизмов терморегуляции. При этом ощущается тепловой комфорт, что приводит к высокому уровню работоспособности [54].

Для создания благоприятных условий проводятся такие мероприятия, как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период и отопление в холодный период.

4.1.2 Недостаточная освещенность рабочей зоны

Для обеспечения достаточной освещенности используется СП 52.13330.2011, согласно которому при работе средней точности освещенность рабочего места при системе комбинированного освещения должна составлять 750 лк, коэффициент пульсаций не более 10 %. Имеется необходимость в использовании локализованного искусственного освещения совместно с общим. При выполнении работ средней точности общая освещенность должна составлять 200 лк, комбинированная освещенность – 300 лк.

Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол, оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Для искусственного освещения могут быть использованы как лампы накаливания, так и газоразрядные лампы: люминесцентные и дуговые ртутные — ДРЛ.

4.1.3 Уровень шума

Источниками шума при выполнении работы являются внутренние источники, такие как устройство кондиционирования воздуха и другое техническое оборудование внутри помещения, а также внешние источники, такие как технологическое оборудование в близкорасположенных цехах и транспорт на улицах.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать 50 дБ.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

Шум с уровнем звукового давления до 30—35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40—70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной невротозов. Воздействие шума с уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонки, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Шум снижает работоспособность и производительность труда.

Для снижения шума, излучаемого в изолируемое помещение, используют такие архитектурно-строительные мероприятия, как повышение звукоизоляции перекрытий, стен, перегородок, дверей и окон. Для уменьшения шума от внутренних источников проектируют изоляцию рабочих мест от наиболее шумного оборудования. При разработке планировочных решений зданий следует отделять малошумные помещения от помещений с интенсивными источниками шума [55].

4.1.4 Электрический ток

Источниками электрического тока могут быть электрические установки и оборудование. Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные ограждающие устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током.

Технологическое бюро удовлетворяет приведенным выше требованиям, что позволяет отнести ее к помещениям без повышенной опасности поражения людей электрическим током. Это сухое помещение без повышенного содержания пыли, температура воздуха – нормальная.

4.2 Экологическая безопасность

Механическая обработка металлов на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений.

При обработке деталей на металлорежущих станках от 15 до 70% массы заготовки превращается в металлическую стружку, поэтому возникает важная проблема уборки стружки от станков и последующей ее утилизации и переработки. Также огромное значение имеет очистка вентиляционных выбросов от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляют конденсационным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в специальных теплообменниках – конденсаторах.

Защита от тончайшей пыли и металлоабразивной стружки, а также от выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами, воздухоборниками, отсосами. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, а пыль и грязь поступает в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его узлов. Такая чистка производится на

специальном месте оборудованным стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла, кислоты.

4.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием. Поэтому следует:

В качестве профилактических мероприятий на участке используются:

правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;

соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;

запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;

своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

применение автоматических средств обнаружения пожаров;

повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций.

в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации.

обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации.

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения, предназначенные для тушения пожара, огнетушители

пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2. Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма [56].

4.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

4.1 Правовые вопросы обеспечения безопасности

Согласно трудовому кодексу РФ, принятому 26 декабря 2001 г., существует перечень регламентов касающихся правовых вопросов обеспечения безопасности, таких как:

заключение трудового договора допускается с лицами, достигшими возраста шестнадцати лет, за исключением случаев, предусмотренных настоящим Кодексом, другими федеральными законами;

лица, получившие общее образование или получающие общее образование и достигшие возраста 15 лет, могут заключать трудовой договор для выполнения легкого труда, не причиняющего вреда их здоровью;

обязательному предварительному медицинскому осмотру при заключении трудового договора подлежат лица, не достигшие возраста 18 лет, а также иные лица в случаях, предусмотренных настоящим Кодексом и иными федеральными законами;

нормальная продолжительность рабочего времени не может превышать сорока часов в неделю;

во время регламентированных перерывов целесообразно выполнять комплексы упражнений и осуществлять проветривание помещения.

4.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

По ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ) рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов.

Рабочее место должно быть по высоте таким, чтобы при выполнении технологических операций не было необходимости сгибать корпус или

приседать. Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда. В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу, вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры.

Заключение

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства для изготовления деталей типа «Сепаратор первой ступени». В ходе выполнения работы, было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления данной детали от выбора заготовки для изделия до выпуска конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущий и контрольно-измерительный инструмент, а также металлообрабатывающее оборудование. В ходе выполнения работы была проведена проверка обеспечения эксплуатационных свойств деталей с помощью программного продукта SolidWorks. Был проведен расчет минимальных значений припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала. Немаловажное значение на качество обработки резанием влияют так называемые режимы резания, параметры которых определяют качество обработанной поверхности, а также не позволяют инструменту выйти из строя раньше времени. Основную часть технологического процесса занимает обработка детали на станках с ЧПУ, для которых были составлены управляющие программы (УП). Так же было спроектировано специальное приспособления для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Были проведены некоторые расчеты, связанные с технико-экономическими показателями технологического процесса изготовления. В добавок, произведен расчет затрат на годовой выпуск продукции, куда входят материальные затраты, затраты электроэнергии на технологические нужды и зарплата с отчислениями на социальные нужды. Рассмотрены вопросы, касающиеся производственной, экологической безопасности, безопасности в чрезвычайных ситуациях, правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Список литературы

1. Лебедев Л.В., Шрубченко И.В., Погонин А.А., Чепчуров М.С., Бойко А.Ф. — Старый Оскол: ТНТ, 2013. — 624 с.
2. ГОСТ Р 50995.3.1-96. Технологическое обеспечение создания продукции. Технологическая подготовка производства. М.: Издательство стандартов, 1997. — 17 с.
3. Основы технологической подготовки производства. — Учебное пособие, под ред. С.А. Медведева, СПб, 2010. — 69 с.
4. Государственные стандарты СССР. Единая система технологической подготовки производства. — М.: Издательство стандартов, 1975. — 256 с.
5. Мельников А.Г. Материаловедение: лекции — Томск.
6. Должиков В.П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. — Томск: Изд-во ТПУ, 2003. — 324 с.
7. Справочник технолога-машиностроителя в 2 т. / под ред. А.М. Дальского; А.Г. Косиловой; Р.К. Мещерякова; А.Г. Сулова. — 5-е изд., испр. — Москва: Машиностроение-1 Машиностроение, 2003.
8. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. — М.: Машиностроение, 1975. — 656 с.
9. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. — М.: Машиностроение, 1982. — 264 с.; ил.
10. Гигант. Станкокомпания [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gig-ant.com/machinery/95/17.htm> (05.05.18)
11. DEG. Магазин станков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://deg.ru/catalog/id749> (05.05.18)
12. Флагма. Магазин станков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://flagma.ru/stanok-24k40sf4-so640703-1.html> (05.05.18)
13. Абамет. Магазин станков [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.abamet.ru/catalog/metallorzhushhie/haas-cm-1> (05.05.18)
14. ГОСТ 4047-82. Пилы дисковые сегментные для металла. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1983. — 15 с.
15. ГОСТ 12195-66. Приспособления станочные. Призмы опорные. Конструкция. М.: Издательство стандартов, 1967. — 5 с.
16. ГОСТ 18880-73. Резцы токарные подрезные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1974. — 9 с.
17. ГОСТ 14952-75. Сверла центровочные комбинированные. М.: Издательство стандартов, 1977. — 13 с.
18. ГОСТ 10903-77. Сверла спиральные с коническим хвостовиком. Основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1979. — 9 с.
19. ГОСТ 18883-73. Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры. Основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1974. — 10 с.

20. ГОСТ 18885-73. Резцы токарные резьбовые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1974. – 7 с.
21. ГОСТ 18884-73. Резцы токарные отрезные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. Основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1974. – 6 с.
22. ГОСТ 2675-80. Патроны самоцентрирующие трехкулачковые. Основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1981. – 9 с.
23. ГОСТ 31.1066.02-85. Приспособления к металлорежущим станкам. Оправки с разрезными цангами для точных работ. Основные параметры и размеры. М.: Издательство стандартов, 1986. – 17 с.
24. ГОСТ 18881-73. Резцы токарные чистовые широкие с пластинами из твердого сплава. М.: Издательство стандартов, 1974. – 3 с.
25. ГОСТ 4735-69. Прихваты передвижные. Конструкция. М.: Издательство стандартов, 1974. – 4 с.
26. ГОСТ 1672-80. Развертки машинные цельные. Типы, параметры и размеры. М.: Издательство стандартов, 1982. – 14 с.
27. ГОСТ 3266-81. Метчики машинные и ручные. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1982. – 71 с.
28. ГОСТ 4045-75. Тиски слесарные с ручным приводом. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1977. – 10 с.
29. ГОСТ 17025-71. Фрезы концевые с цилиндрическим хвостовиком. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1973. – 12 с.
30. ГОСТ 2424-83. Круги шлифовальные. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1985. – 39 с.
31. ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1991. – 11 с.
32. ГОСТ 9378-93. Образцы шероховатости поверхности. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 1997. – 8 с.
33. ГОСТ 5378-88. Угломеры с нониусом. Технические условия. Общие технические условия. М.: Издательство стандартов, 1990. – 8 с.
34. ГОСТ 8908-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Нормальные углы и допуски углов. М.: Издательство стандартов, 1982. – 14 с.
35. ГОСТ 17758-72. Пробки резьбовые со вставками двусторонние диаметром от 2 до 50 мм. Конструкция и основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1973. – 8 с.
36. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 407 с.
37. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В. Ф., Аверьянов И. Н., Кордюков А. В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
38. Размерный анализ технологических процессов/ В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. // Б-ка технолога. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.; ил.
39. Базров Б. М. Модульная технология в машиностроении. – М.: Машиностроение, 2001. – 368 с.

40. Станочные приспособления: Справочник / В 2-х т. / Ред. совет Б.Н. Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 1248 с.
41. Козырев Ю.Н. Промышленные роботы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 376 с.
42. Суслов А.Г., Дальский А.М. Научные основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 2002. – 684 с.; ил.
43. Промышленные роботы Российского производства. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.robogeek.ru/intervyu/rossiiskie-promyshlennye-roboty> (16.02.18)
44. ГОСТ 9244-75. Нутромеры с ценой деления 0,001 и 0,002 мм. Технические требования. М.: Издательство стандартов, 1978. – 7 с.
45. ГОСТ 18877-73. Резцы токарные проходные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1974. – 9 с.
46. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия. М.: Издательство стандартов, 1991. – 15 с.
47. ГОСТ 22398-77. Воротки одногнездные для инструмента с квадратными хвостовиками. Основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1978. – 9 с.
48. ГОСТ 8074-82. Микроскопы инструментальные. Типы, основные параметры и размеры. Технические требования. М.: Издательство стандартов, 1984. – 14 с.
49. ГОСТ 1491-80 Винты с цилиндрической головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1982. – 6 с.
50. ГОСТ 14735-69 Планки откидные. Конструкция. М.: Издательство стандартов, 1970. – 4 с.
51. ГОСТ 4735-69. Прихваты передвижные. Конструкция. М.: Издательство стандартов, 1970. – 5 с.
52. ГОСТ 7798-70 Болты с шестигранной головкой класса точности В. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1972. – 8 с.
53. ГОСТ 5915-70. Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры. М.: Издательство стандартов, 1972. – 5 с.
54. Микроклимат производственных помещений. Нормируемые параметры микроклимата // Охрана труда и БЖД URL: http://ohranabgd.narod.ru/proizv_67.html (дата обращения: 17.05.18).
55. Источники шума. Нормирование шума // Science URL: <https://citiesblago.ru/shpargalki-po-distipline-gradostroitelstvo/29-arhitektura-promyshlennyezdaniya-shpargalki/739-istochniki-shuma-normirovanie-shuma.html> (дата обращения: 17.05.18).
56. Обеспечение пожарной безопасности на предприятиях // Библиотека технической литературы URL: <http://delta-grup.ru/bibliot/32/68.htm> (дата обращения: 03.05.18).

Приложение А

(обязательное)

Комплект технологической документации

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

НИТПУ	ФВТМ.4А41027.003		ФВТМ 4А41
Сепаратор первой ступени			

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования

«Национальный исследовательский
 Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На технологический процесс механической обработки

детали «Сепаратор первой ступени»

Проверил: руководитель, к.т.н.

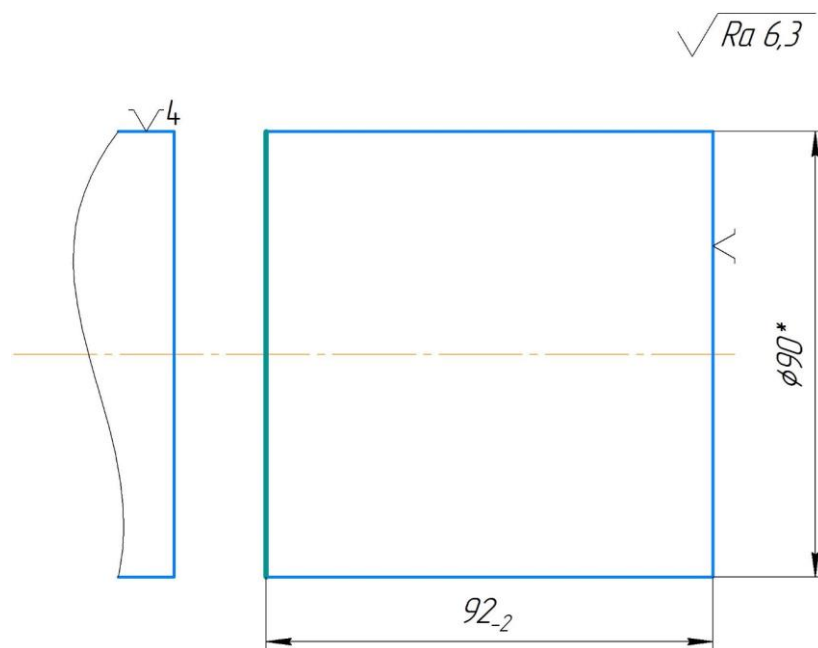
_____ Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А41

_____ Локшин В.Е.

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

								1	2
Разраб.	Локшин В.Е.			НИТПУ	ФВТМ.4А41027.003		ИШНПТ.10100.00001		
Провер.	Ефременков Е.А.								
				Сепаратор первой ступени					005
Н.контр.									

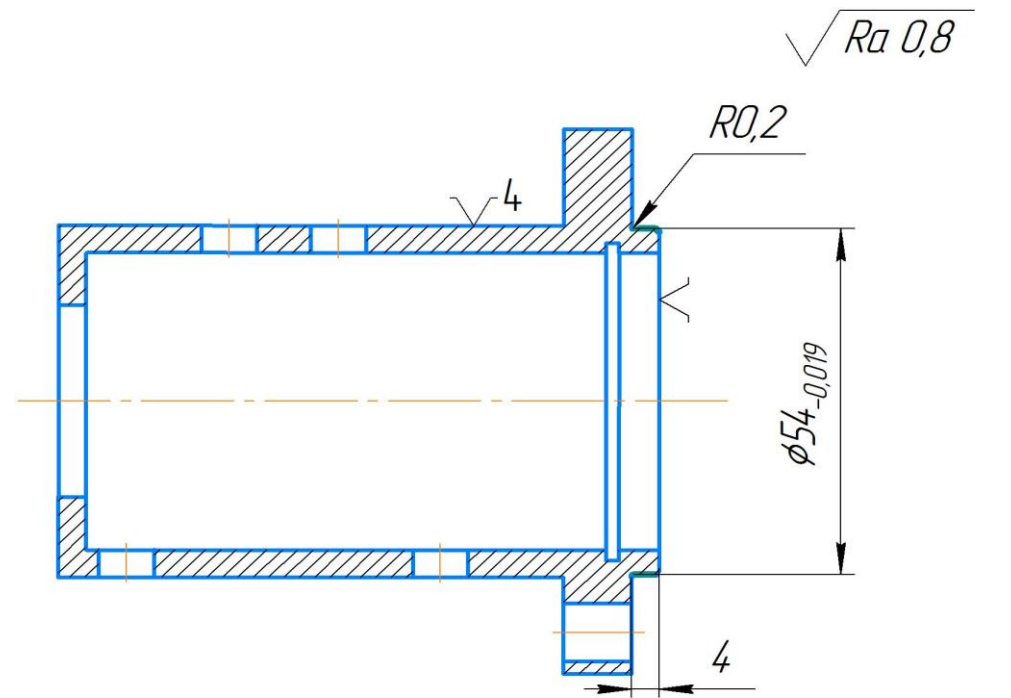


*Размеры для справок

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

								1	2
Разраб.	Локшин В.Е.			НИТПУ	ФВТМ.4А41027.003			ИШНПТ.10100.00001	
Провер.	Ефременков Е.А.								
				Сепаратор первой ступени					
Н.контр.								045	



1. Неуказанные предельные отклонения размеров $\pm \frac{IT14}{2}$

