

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

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»
Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА КС-4871.328.150.001

Индекс УДК:621.81-214.002

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А41	Коваль Илья Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	П.А Чазов	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Д.Н. Нестерук	-		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	С.А Солодский	К.Т.Н		

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	П.А Чазов	-		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	К.Т.Н.		

Запланированные результаты обучения по ООП

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P1	Применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире.
P7	Использовать законы естественнонаучных дисциплин и математический аппарат в теоретических и экспериментальных исследованиях объектов, процессов и явлений в машиностроении, при производстве иных металлоконструкций и узлов, в том числе с целью их моделирования с использованием математических пакетов прикладных программ и средств автоматизации
P8	Обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроения
P9	Осваивать внедряемые технологии и оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования, обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P12	Проектировать изделия машиностроения, опасные технические устройства и объекты и технологические процессы их изготовления, а также средства технологического оснащения, оформлять проектную и технологическую документацию в соответствии с требованиями нормативных документов, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования и с учетом требований ресурсоэффективности,
P13	Составлять техническую документацию, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
P4	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
<i>Универсальные компетенции</i>	
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, знания в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на предприятиях машиностроения и смежных отраслей.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на производственных предприятиях и в отраслевых научных организациях.
P14	Непрерывно самостоятельно повышать собственную квалификацию, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований.

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

ЮРГИНСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
 Федерального государственного автономного образовательного учреждения
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Направление подготовки 15.03.01 «Технология машиностроения»
 Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖАЮ:
 Зав.кафедрой
 _____ А.А. Моховиков
 (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
10А41	Коваль Илья Сергеевич

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСА КС-4871.328.150.001	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	
Срок сдачи студентом выполненной работы:	06.06.2018 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Чертеж детали 2. Производственная программа выпуска детали- 350 шт.
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Аналитическая часть 2. Формулировка проектной задачи 3. Технологическая часть 4. Конструкторская часть

<i>достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<p>5. Раздел «Социальная ответственность»</p> <p>6. Квалиметрическая оценка проекта</p>
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	<p>1. Чертежи детали и заготовки</p> <p>2. Карты наладок</p> <p>3. Чертеж специального приспособления</p>
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Нестерук Д.Н
«Социальная ответственность»	Солодский С.А
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Реферат	

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа выполнена на тему «разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4871.328.150.001.

Выпускная квалификационная работа состоит из 8 листов графического материала, 97 листов пояснительной записки.

Целью работы является разработка технологического процесса, с использованием высокоэффективного оборудования, приспособления, что позволяет сократить время на подготовку производства, снизить трудоемкость и затраты на производство.

Ключевые слова: ФРЕЗАРНАЯ, СВЕРЛИЛЬНАЯ, БАЗИРОВАНИЕ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗА, СВЕРЛО, МЕТЧИК.

Выпускная квалификационная работа состоит из следующих частей:

Аналитическая часть, где проводится описание: служебного назначения изделия, действующего технологического процесса, отработки конструкции детали на технологичность.

Конструкционная часть проекта содержит описание конструкции разработанного приспособления, его силовой расчет и расчет на точность, а также специального режущего инструмента.

Организационная часть, где проводится расчет требуемого количества оборудования и коэффициента его загрузки.

Экономическая часть, где решен комплекс вопросов организации и экономики производства, выполнены соответствующие расчеты.

В разделе «социальная ответственность» разработан необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

ABSTRACT

The final qualifying work was carried out on the theme "development of the technological process of manufacturing the case of KC-4871.328.150.001.

Final qualifying work consists of 8 sheets of graphic material, 97 sheets of explanatory note.

The purpose of the work is to develop a process using high-performance equipment, devices that can reduce the time to prepare for production, reduce labor intensity and production costs.

Keywords: FREZERNAJA, DRILLING, DEPLOYMENT, PROCESS, DEVICE, MILL, DRILL, TAP.

Final qualifying work consists of the following parts:

The analytical part, where the description is carried out: the purpose of the product, the current process, working out the design of the part for manufacturability.

The structural part of the project contains a description of the design of the developed device, its power calculation and calculation of accuracy, as well as a special cutting tool.

The organizational part, where the calculation of the required amount of equipment and its load factor.

The economic part, where the complex of issues of organization and economy of production is solved, the relevant calculations are made.

In the section "social responsibility" developed the necessary set of measures for safety, health and environmental protection.

Содержание

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА.....	13
1.1 Технологическая часть.....	14
1.1.1 Служебное назначение изделия.....	14
1.1.2 Производственная программа и определение типа производства.....	15
1.1.3 Анализ действующего технологического процесса.....	16
1.1.4 Отработка конструкции детали на технологичность.....	17
1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления.....	19
1.1.6 Проектирование технологического маршрута обработки.....	23
1.1.7 Выбор технологических баз и последовательности обработки.....	27
1.1.8 Выбор средств технологического оснащения.....	36
1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку.....	50
1.1.10 Расчет режимов резания.....	54
1.2 Разработка конструкции.....	64
1.2.1 Обоснование и описание конструкции.....	64
1.2.2 Расчет приспособления на точность.....	65
1.2.3 Расчет силы зажима изделия.....	66
1.3 Организационное проектирование.....	69
1.3.1 Нормирование технологического процесса.....	69
1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки.....	74
1.3.3 Определение численности рабочих.....	75
2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	77
2.1 Расчет объема капитальных вложений.....	78
2.1.1 Стоимость технологического оборудования.....	78
2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования.....	79
2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря.....	79
2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений.....	79
2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах.....	80
2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве.....	80
2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции.....	81
2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности.....	81
2.1.9 Денежные оборотные средства.....	81

					КС-4871.328.150.001.000 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Коваль И.С.				Разработка технологического процесса изготовления корпуса КС-4871.328.150.001	Лит.	Лист	Листов		
Провер.	Чазов П.А.							8	97	
Реценз.										
Н. Контр.	Чазов П.А.					ЮТИ ТПУ гр. 10А41				
Утверд.	Моховиков А.А.									

2.2	Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	81
2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов.....	81
2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников.....	82
2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих.....	82
2.2.4	Расчет амортизации основных фондов.....	83
2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	84
2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	84
2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	85
2.2.8	Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь.....	85
2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих.....	86
2.2.10	Заработная плата административно-управленческого персонала.....	86
2.2.11	Прочие расходы.....	87
2.3	Экономическое обоснование технологического проекта	87
3	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	89
3.1	Описание рабочего места	90
3.2	Анализ выявленных вредных факторов на рабочем участке	91
3.3	Анализ выявленных опасных факторов на рабочем участке	93
3.4	Охрана окружающей среды:	93
3.5	Защита в чрезвычайных ситуациях:.....	94
3.6	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	95
3.7	Заключение	97
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	99
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	100

Приложение А Спецификация на сборочный чертёж приспособления
 ФЮРА.КС-4871.328.150.001 СБ

Диск CD-R

Приложение Б Комплект документов на технологический процесс
 ФЮРА.КС-4871.328.150.001 СБ

Диск CD-R

В конверте на
 обороте обложки

ФЮРА.КС-4871.328.150.001 Корпус. Файл Корпус.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.КС-4871.328.150.002 Корпус. Файл Корпус.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.КС-4871.328.150.003 Карта наладки. Файл 010.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.КС-4871.328.150.004 Карта наладки. Файл 015.cdw в формате
 Компас 3D-V16

ФЮРА.КС-4871.328.150.005 Карта наладки. Файл 020.cdw в формате
 Компас 3D-V16

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ФЮРА.КС-4871.328.150.006 Карта наладки. Файл 025.cdw в формате
Компас 3D-V16

ФЮРА.КС-4871.328.150.007 Карта наладки. Файл 025.cdw в формате
Компас 3D-V16

ФЮРА.КС-4871.328.150.008 СБ Патрон цанговый. Файл Патрон
цанговый.cdw

Графический материал

На отдельных листах

ФЮРА.КС-4871.328.150.001 Корпус

ФЮРА.КС-4871.328.150.002 Корпус

ФЮРА.КС-4871.328.150.003 Карта наладки

ФЮРА.КС-4871.328.150.004 Карта наладки

ФЮРА.КС-4871.328.150.005 Карта наладки

ФЮРА.КС-4871.328.150.006 Карта наладки

ФЮРА.КС-4871.328.150.007 Карта наладки

ФЮРА.КС-4871.328.150.008 СБ Патрон цанговый

					КС-4871.328.150.001.000 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение производит средства труда, машины и оборудование, приборы и вычислительную технику передаточные устройства, транспортные средства – для всех отраслей народного хозяйства. Оно производит предметы потребления, в основном длительного использования. к середине 80-х годов в общем объеме продукции машиностроения средства производства составляли 88,9%, предметы потребления – всего лишь 11,1%, что свидетельствовало о неориентированности отечественного машиностроения на запросы массового потребителя.

Машиностроение входит в состав промышленности под названием «Машиностроение и металлообработка». Машиностроение создает машины и оборудования, аппараты и приборы, различного рода механизмы для материального производства, науки, культуры, сферы услуг. Металлообработка занимается производством металлических изделий, ремонтом машин и оборудования. В настоящее время машиностроение России состоит из ряда самостоятельных отраслей, куда входят свыше 350 подотраслей и производств.

Обработка металлов резанием на металлообрабатывающих станках – весьма распространенный производственный процесс, назначением которого является придание поверхности заготовки с помощью режущего инструмента правильной геометрической формы и соответствующей чистоты.

На большинстве машиностроительных заводов трудоемкость обработки резанием составляет 45-50% от общей трудоемкости изготовления машин и поэтому совершенствование технологии резания металлов является актуальной задачей.

Важным направлением в развитии станкостроения на современном этапе является внедрение высокопроизводительных станков с числовым программным управлением (ЧПУ) в виде участков из этих станков с использованием электронных вычислительных машин (ЭВМ) и микропроцессоров. При этом значительно облегчаются условия труда рабочих и обслуживающего персонала, резко повышается культура производства. Одним из важнейших направлений в этой области является также внедрение в производство автоматических линий, промышленных роботов и манипуляторов.

Достижение высокого уровня производительности возможно также благодаря применению новых конструкций режущего инструмента, а также рациональной его эксплуатации. Совершенствование режущего инструмента осуществляется за счет повышения доли твердосплавного и быстрорежущего инструмента с износостойкими покрытиями; применения новых, более производительных конструкций инструмента; увеличения доли инструмента из безвольфрамовых твердых сплавов, режущей керамики и сверхтвердых материалов; увеличения доли инструмента с механическим креплением многогранных пластинок, а также с клеевым креплением пластинок и вставок.

В последние годы наметилась тенденция к созданию и внедрению автоматизированных технологических комплексов, представляющих собой совокупность одной или нескольких единиц основного обрабатывающего оборудования, автоматического манипулятора (промышленного робота) для выполнения вспомогательных операций и транспортно-накопительной системы для хранения деталей и заготовок, управляемых от единого устройства программного управления. Такие быстропереналаживаемые комплексы обеспечивают автоматизацию основных и вспомогательных операций при обработке широкой номенклатуры изделий. Они служат средством перехода к комплексно – автоматизированным производствам с так называемой «безлюдной технологией», обладающим необходимой гибкостью.

Целями и задачами курсового проекта являются на базе накопленного передового опыта в машиностроении разработка нового, более совершенного технологического процесса, обеспечивающего существенное повышение производительности труда, качества промышленной продукции, снижение ее себестоимости и материалоемкости, а также улучшение условий труда. Уделить внимание техническому перевооружению производства, максимальному использованию возможностей техники, комплексной механизации и автоматизации технологических процессов. При разработке технологического процесса необходимо выбрать и обосновать метод получения заготовки. Выбрать маршрут обработки детали и его технико-экономически обосновать. Для наиболее рационального использования оборудования и повышения точности детали разделить черновые и чистовые операции и выполнить их на предназначенных для этого станках. При обработке детали необходимо тщательно проработать вопросы, связанные с установкой и закреплением детали, во избежание деформации заготовки, базирование, очередности и видов операций, обеспечить, возможно, меньшее число переустановок на станках, предусмотреть использование стандартизированной оснастки и режущего инструмента. Специальную технологическую оснастку и режущий инструмент проектировать только тогда, когда без них невозможна установка и обработка детали или не могут быть обеспечены заданная точность обработки или другие технические требования.

1 РАСЧЁТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А41

(Подпись)

И.С Коваль

(Дата)

Руководитель
ассистент кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

Нормоконтроль
ассистент кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

1.1 Технологическая часть

1.1.1 Служебное назначение изделия

Описание машины:

Рассматриваемая деталь входит в сборочную единицу «Вал-шестерня КС-4871.328.150.002» автокрана КС-55722-1.

Автомобильный кран КС-55722-1 грузоподъемностью 25 тонн смонтирован на шасси Урал-55571-10 с двигателем ЯМЗ-236, Урал-55571-30 с двигателем ЯМЗ-238 и Урал-55571-40 с двигателем ЯМЗ-236НЕ2 (Евро-2), и предназначен для погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ на рассредоточенных объектах.

«Вал-шестерня КС-4871.328.150.002» автокрана КС-55722-1 используется в редукторе механизма вращения для передачи вращения и крутящего момента от одного узла машины другому.

Рассматриваемая деталь применяется в качестве корпусной детали в редукторе механизма вращения. в ней крепятся остальные детали редуктора: подшипники, маслоудерживающие и маслоотражающие уплотнения, дренажные пробки и отводы. Корпус крепится к редуктору болтами за один из фланцев (для этой цели предусмотрены отверстия)

Деталь «Корпус» относится к классу «тело вращения». Жёсткость конструкции детали является достаточной и не ограничит режимы резания при обработке. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ режущего и мерительного инструмента. Конструкция детали позволяет обработать её стандартными режущими инструментами. Однако, для выполнения канавки на эскизе Д (согласно требованиям чертежа) необходимо спроектировать специальный режущий инструмент. Отсутствуют плоскости, расположенные под тупым или острым углом, однако имеются отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода.

Конструкция детали имеет достаточные по размерам и расположению базовые поверхности, что позволяет при обработке применять принципы совмещения и постоянства баз, обеспечивая точность формы обрабатываемых поверхностей, точности их расположения и точность размеров. Наивысший квалитет точности обрабатываемых поверхностей – 6, что позволяет обработать деталь на станках экономически достижимой точности. Самый высокий параметр шероховатости – Ra 2,5, что требует применения специальных отделочных методов обработки.

Деталь «Корпус» можно считать технологичной по форме.

Однако рекомендуется совместно с конструктором провести анализ целесообразность применения канавки на виде Д представленного профиля (обсудить применение профиля канавки, который можно получить стандартным канавочным резцом), а также, целесообразность применения отверстия с наклонной осью на виде Г (обсудить применение отверстия под прямым углом к оси детали)

Деталь «Корпус» изготавливают из стали 35ГЛ. Деталь достаточно технологична, допускает применение высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошие базовые поверхности для первоначальных операций и довольно проста по конструкции.

Таблица 1.1 – Химический состав стали 35ГЛ в процентах [1]

C	Si	Mn	S	P
0,3-0,4	0,2-0,4	1,2-1,6	до 0,04	до 0,04

Таблица 1.2 – Механические свойства при $T=20^0$ С стали 35 [1]

σ_T , Кг/мм ²	σ_B , Кг/мм ²	δ , %	КСУ, кДж/см ²	НВ · 10 ⁻¹ , МПа
Не менее				202-207
343	589	14	50	

σ_B – предел кратковременной прочности,

σ_T – предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации),

δ – относительное удлинение при разрыве,

КСУ – ударная вязкость,

НВ – твердость по Бринеллю.

1.1.2 Производственная программа и определение типа производства

В соответствии с заданием на курсовой проект количество обрабатываемых в год деталей равно 350 штук.

Полученные значения сведены в таблицы 1.3 и 1.4.

Таблица 1.3 – Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Корпус	КС-4871.328.150.001	350	0,0245	12,25

Таблица 1.4 – Подетальная годовая производственная программа

№ чертежа	Наименование детали	Марка материала	Число деталей на изделие	Процент на запасные части	Число деталей			Масса, т	
					на основную программу	на запасные части	всего	детали	На программу с запасными частями
КС-4871.328.150.001	Корпус	Сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88	1	10	350	35	385	0,0245	13,1075

В соответствии с [2, стр. 6] назначаем среднесерийный тип производства, т.к. $N_{\text{Изд}}$ от 200 до 500 шт.

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

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (1.1)$$

где a – периодичность запуска партии изделий (рекомендуется принимать из

ряда 3, 6, 12 или 24 дня от мелко- до среднесерийного производства).

Принимаю $a = 12$ дней.

F – число рабочих дней в году, для 2018-го года $F = 247$.

$$n = \frac{350 \cdot 12}{247} = 17 \text{ шт.}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Имеющийся заводской технологический процесс изготовления детали “Корпус” состоит из 14 операций. Из них токарных – 6 операций, фрезерных – 1 операция, сверлильных – 5 операций, слесарных – 1 операции, контрольных – 1 операция.

В качестве базовой заготовки для изготовления детали “Корпус” используется отливка. Заготовка такого вида имеет увеличенные припуски,

что вызывает высокую трудоемкость механической обработки на черновых операциях.

Каждая операция заводского технологического процесса сопровождается описанием последовательности её выполнения. В технологических картах указаны необходимые режущие и измерительные инструменты, которые необходимы для проведения операции и контроля ее результатов. После механической обработки

проводится контроль на соответствие правильности достигнутых результатов.

Для операций приведено время ($T_{шт}$ и $T_{п.з.}$), необходимое для установки и обработки детали на станке.

Для каждой операции приведено наименование станка, который используется для обработки детали на одной операции.

К недостаткам технологического процесса можно отнести использование малопроизводительного оборудования, низкий уровень механизации, слабая оснащённость высокопроизводительными режущими инструментами, не использование механизированных приспособлений для зажима заготовок.

При проектировании технологического процесса целесообразно:

- применение современных высокопроизводительных моделей станочного парка (отечественного или зарубежного производства), что позволит применить высокопроизводительные режимы резания и сократить операционное время.

- применение режущего инструмента со сменными пластинами из твердого сплава. Это позволит сократить операционное время за счет применения высокопроизводительных режимов резания.

- применение специальной оснастки с механизированным зажимом заготовки (с гидрозажимом или гидроприводом). На фрезерных и токарных операциях с зажимом заготовки по наружной поверхности целесообразно применять трехручьевый самоцентрирующий патрон с гидрозажимом. На токарных операциях с зажимом заготовки по внутренней поверхности целесообразно применять цанговый патрон с гидрозажимом. На сверлильных операциях целесообразно применять кондуктор с гидрозажимом. Все приспособления будут специальными, а значит при установке детали на приспособление не нужно будет тратить время на выверку обрабатываемых поверхностей. Зажим заготовки будет осуществляться за счет сжатого воздуха, газа или жидкости, а значит, рабочему не нужно будет прилагать усилия для зажима заготовки. Таким образом применение специальной оснастки с механизированным зажимом заготовки позволит сократить время обработки (за счет сокращения подготовительного времени) и сэкономит трудовой ресурс.

1.1.4 Отработка конструкции детали на технологичность

Чертеж содержит все необходимые виды детали, а также разрезы и выносные элементы. Размеры на чертеже полностью определяют геометрическую форму и пространственное положение обрабатываемых поверхностей. Технические требования на чертеже полностью обоснованы. Точность размеров форм, шероховатость, взаимное расположение поверхностей достижимы в условиях реального производства и достигаются некоторым количеством последовательных операций с использованием стандартного и специального режущего инструментов и высокопроизводительного оборудования.

Деталь «Корпус» относится к классу «тело вращения». Жёсткость конструкции детали является достаточной и не ограничит режимы резания при обработке. Ко всем обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ режущего и мерительного инструмента. Конструкция детали позволяет обработать её стандартными режущими инструментами. Однако, для выполнения канавки на эскизе Д (согласно требованиям чертежа) необходимо спроектировать специальный режущий инструмент. Отсутствуют плоскости, расположенные под тупым или острым углом, однако имеются отверстия, расположенные не под прямым углом к плоскости входа и выхода.

Конструкция детали имеет достаточные по размерам и расположению базовые поверхности, что позволяет при обработке применять принципы совмещения и постоянства баз, обеспечивая точность формы обрабатываемых поверхностей, точности их расположения и точность размеров. Наивысший квалитет точности обрабатываемых поверхностей – 6, что позволяет обработать деталь на станках экономически достижимой точности. Самый высокий параметр шероховатости – Ra 2,5, что требует применения специальных отделочных методов обработки.

К положительным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- рассматриваемая деталь относится к классу деталей тел вращения. В качестве заготовки принята отливка. Материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки;

- все поверхности доступны для механической обработки. Имеются необрабатываемые поверхности (поверхность размером $\varnothing 186$ мм и конический переход с размера $\varnothing 186$ мм на $\varnothing 222$ мм, а также конический переход к поверхности $\varnothing 213$);

- большинство обрабатываемых поверхностей являются простыми цилиндрическими или линейными поверхностями, что обеспечивает простоту доступа при их обработке;

- имеется возможность обработки наружных поверхностей и отверстий в конструкции детали на станках с ЧПУ;

- точность размеров и формы, шероховатости, взаимного расположения поверхностей соответствуют функциональному назначению детали;

- к обрабатываемым поверхностям имеется свободный доступ инструмента;

- деталь не имеет отверстий, расположенных не под прямым углом к плоскости входа инструмента.

- большинство явных баз удобны для обработки, размеры большинства базующих поверхностей достаточны для обработки.

К отрицательным показателям технологичности можно отнести следующие признаки:

- имеются обрабатываемые поверхности конической формы, а также поверхности со сложным контуром (кольцевая канавка на одном из торцов размерами $\varnothing 150$ мм и $\varnothing 180 \pm 1$ с коническим переходом к торцу), что затрудняет простоту доступа при их обработке;

- имеется отверстие, расположенное на конической поверхности (отверстие с резьбой $K1/8''$), что затрудняет обработку этого отверстия;

- наличие канавки (эскиз Д), для выполнения такой канавки необходимо спроектировать специальный режущий инструмент, или внедрить стандартный инструмент со специальной заточкой режущей части;

- конические отверстия Ф и Ю. Данные отверстия имеют большой диаметр не со стороны торца детали, они расположены на фланце со стороны противоположной торцу детали (см. чертеж.). Обработка данных отверстий возможно либо с помощью специального инструмента либо с помощью специальной оснастки и приспособлений;

- наличие поверхностей со смещённой осью вращения (эксцентриситетом), для выполнения которых необходимо спроектировать специализированную оснастку,

- наличие явной базы «Л», размер которой недостаточен для обработки. Для обработки поверхностей, размер которых зависит от базы «Л» потребуется проектирование специальной технологической оснастки.

Проведя качественный анализ технологичности детали, можно сделать вывод, что деталь является технологичной.

Отработка конструкции детали на технологичность производилась по рекомендациям [3, стр. 21-23] и [4, стр. 16].

1.1.5 Выбор заготовки и метода её изготовления

При выборе заготовки для заданной детали назначаем метод её получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на обработку. Правильный выбор способа получения заготовки оказывает непосредственное влияние на возможность рационального построения технологического процесса обработки, способствует снижению удельной металлоёмкости изделий и снижению себестоимости.

Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – отливка, т. к. деталь тонкостенная и сложной формы. Различают литьё в песчано-глинистые формы с ручной и машинной формовкой, литьё в кокиль, литьё по выплавляемым моделям, центробежное литьё и др.

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассмотрим три альтернативных варианта. В первом случае заготовка получается литьём в земляные форм, во втором случае — центробежное литье, во третьем случае — под давлением в металлические формы.

Используя рекомендации [5, стр. 6-39] и [6] проектируем заготовку.

- 1) Литье в земляные формы
 - класс размерной точности – 12
 - степень коробления – 8
 - степень точности поверхности – 15
 - класс точности массы – 12
 - ряд припусков - 8

Масса детали – 24,5 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.5, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.5 – Размеры заготовки

Номинальный размер детали	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Шероховатость поверхности	Допуск на размер заготовки, мм
∅200	6,7	∅213,5	R _a 3,2	5,6
∅290	6,0	∅302	R _a 12,5	6,4
∅140	7,3	∅125,4	R _a 2,5	5,6
200	5,8	211,5	R _a 12,5	5,6
44	4,3	45,5	R _a 6,3	4,0
18	4,0	26	R _a 6,3	3,2
54	4,3	55,5	R _a 12,5	4,0
14	4,0	26	R _a 6,3	2,8

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 11, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы 6 мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 – 25°.

Масса заготовки равна 34,5 кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{им} = \frac{m_d}{m_z}, \quad (1.2)$$

где m_d - масса детали;

m_z – масса заготовки.

$$K_{им} = \frac{24,5}{34,5} = 0,710.$$

- 2) Центробежное литье

- класс размерной точности – 10
- степень коробления – 5
- степень точности поверхности – 10

- класс точности массы – 11

- ряд припусков - 6

Масса детали – 24,5 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.6, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.6 – Размеры заготовки

Номинальный размер детали	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Шероховатость поверхности	Допуск на размер заготовки, мм
∅200	4,4	∅208,8	R _a 3,2	3,6
∅290	4,3	∅298,6	R _a 12,5	4,0
∅140	4,3	∅131,4	R _a 2,5	3,2
200	3,8	207,6	R _a 12,5	3,6
44	3,3	45	R _a 6,3	2,4
18	2,8	23,6	R _a 6,3	2,0
54	2,9	54,9	R _a 12,5	2,4
14	2,6	19,2	R _a 6,3	1,8

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 10, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы 6 мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 – 45°.

Масса заготовки равна 30,8 кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{24,5}{30,8} = 0,795.$$

3) Литье под давлением в металлические формы

- класс размерной точности – 7

- степень коробления – 4

- степень точности поверхности – 10

- класс точности массы – 9

- ряд припусков - 4

Масса детали – 24,5 кг.

Результаты проектирования в таблице 1.7, причём, размеры заготовки округлены с учётом припуска в большую сторону, с точностью 0,5 мм.

Таблица 1.7 – Размеры заготовки

Номинальный размер детали	Припуск на сторону, мм	Размер заготовки, мм	Шероховатость поверхности	Допуск на размер заготовки, мм
∅200	1,8	∅203,5	R _a 3,2	1,4
∅290	2,0	∅294	R _a 12,5	1,6
∅140	2,0	∅136	R _a 2,5	1,2
200	2,1	204	R _a 12,5	1,4
44	1,5	45	R _a 6,3	1,0
18	1,3	20,5	R _a 6,3	0,8
54	1,6	55	R _a 12,5	1,0
14	1,2	16,5	R _a 6,3	0,7

Находим дополнительные припуски.

Точность необрабатываемых стенок и ребер 9, по ГОСТ Р 53464-2009.

Неуказанные литейные радиусы 6 мм.

Формовочный уклон по ГОСТ 3212-80 – 10°.

Масса заготовки равна 27,3 кг.

Коэффициент использования материала:

$$K_{\text{им}} = \frac{24,5}{27,3} = 0,897.$$

Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок, согласно рекомендациям [7, стр.185-383], [8, стр.39-56]:

$$S_T = \frac{G_D}{K_{\text{им}}} \cdot (C_{\text{ЗАГ}} + C_C \cdot (1 - K_{\text{им}})), \quad (1.3)$$

где G_D – масса детали, кг;

$C_{\text{ЗАГ}}$ - удельная стоимость материала заготовки;

$C_C = 99$ руб. — стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке в среднем по машиностроению по состоянию на 01.01.15 года.

По данным бюро ценообразования удельная стоимость материала заготовки для отливки из стали Стль 35ГЛ составляет:

$$C_{\text{ЗАГ}} = 32,5 \text{ руб/кг.}$$

При литье в земляные формы

$$S_{T1} = \frac{24,5}{0,710} \cdot (32,5 + 99 \cdot (1 - 0,710)) = 2112,176 \text{ руб.}$$

При центробежном литье

$$S_{T2} = \frac{24,5}{0,795} \cdot (32,5 + 99 \cdot (1 - 0,795)) = 1627,016 \text{ руб.}$$

При литье под давлением в металлические формы

$$S_{T3} = \frac{24,5}{0,897} \cdot (32,5 + 99 \cdot (1 - 0,897)) = 1166,195 \text{ руб.}$$

Технологическая себестоимость литья под давлением меньше, чем при литье в землю или центробежного литья. Учитывая этот фактор, в качестве способа получения заготовки выбираем литьё под давлением.

1.1.6 Проектирование технологического маршрута обработки

Составляем технологический маршрут обработки согласно требованиям [4, стр. 48-56], [9, стр. 40-49], [10, стр. 226-236] и [11, стр. 163-1920].

Структура процесса механической обработки корпуса представлена в таб- лице 1.8.

Таблица 1.8 – Технологический маршрут механической обработки детали

№ операции, наименование операции.	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
1	2	3	4
005 Токарная с ЧПУ	1	Установить заготовку в трехкулачковый патрон, закрепить.	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000
	2	Точить поверхность в размер 291,5 _{-0,5} мм	
	3	Зачистить заусенцы.	
010 Токарная с ЧПУ	1	Установить заготовку в трехкулачковый патрон с пневмозажимом, закрепить.	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000
	2	Подрезать торец в размер 201,5 мм	
	3	Расточить отверстие $\varnothing 139,6H10$ мм на проход.	
	4	Расточить отверстие $\varnothing 142^{+0,5}$ мм на длину 110 \pm 1 мм.	
	5	Расточить отверстие $\varnothing 144H12$ мм на длину 90 \pm 0,5 мм.	
	6	Расточить отверстие $\varnothing 144,5H10$ мм на длину 90 \pm 0,5 мм.	
	7	Расточить отверстие $\varnothing 145H9$ мм на длину 90 \pm 0,5 мм.	
	8	Расточить отверстие $\varnothing 147H14$ мм на длину 73 \pm 1 мм.	

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, наименование операции.	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
	9	Расточить отверстие $\varnothing 159,44H12$ мм на длину $53\pm 0,3$ мм.	
	10	Расточить отверстие $\varnothing 159,82H10$ мм на длину $53\pm 0,5$ мм.	
	11	Расточить канавку $\varnothing 165^{+0,63}$ мм	
	12	Расточить фаску $1x45^\circ$	
015 Токарная с ЧПУ	1	Установить заготовку в приспособление, закрепить.	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000
	2	Точить поверхность $\varnothing 185\pm 0,5$ мм	
	3	Точить предварительно поверхность $201h12$ мм	
	4	Точить окончательно поверхность $\varnothing 200,3h10$ мм	
	5	Точить тонко поверхность $\varnothing 200e8$ мм	
	6	Подрезать торец в размер $44\pm 0,5$	
	7	Точить поверхность $\varnothing 290h14$ мм	
	8	Точить фаску $6x45^\circ$	
	9	Точить конусную поверхность с углом 45°	
	10	Точить поверхность $\varnothing 213h14$ мм	
	11	Подрезать торец в размер $18\pm 0,5$	
020 Токарная с ЧПУ	1	Установить заготовку в приспособление, закрепить.	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000
	2	Подрезать торец в размер $200\pm 0,5$	
	3	Подрезать торец в размер $54\pm 0,5$	
	4	Расточить внутреннюю полость согласно эскизу, выдержав размеры $\varnothing 150h14$ мм, $\varnothing 180\pm 1$ мм, $\varnothing 220h14$, фаску $1x45^\circ$	
	5	Точить предварительно поверхность $\varnothing 241h12$ мм	
	6	Точить окончательно поверхность $\varnothing 240,3h10$ мм	
	7	Точить тонко поверхность $\varnothing 240h7$ мм	
	8	Точить фаску $1x45^\circ$	
	9	Точить предварительно канавку $\varnothing 233,7h12$ мм	
	10	Точить окончательно поверхность $\varnothing 233h10$ мм	
	11	Точить тонко поверхность $\varnothing 232,6h7$ мм	
	12	Подрезать торец в размер $15,2\pm 0,5$	
	13	Точить поверхность $\varnothing 290h14$ мм	

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, наименование операции.	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
	14	Точить поверхность $\varnothing 230h14$ мм	
	15	Подрезать торец в размер $14\pm 0,5$	
	16	Точить фаску $\varnothing 280\pm 0,5$ мм	
025 Сверлильная с ЧПУ	1	Установить деталь и закрепить	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo
	2	Сверлить центровые отверстия выдержав размер $250\pm 0,575$ и угловые размеры согласно эскизу.	
	3	Сверлить центровые отверстия выдержав размер $250\pm 0,575$ и угловые размеры согласно эскизу (под конусные отверстия)	
	4	Сверлить 13 отв. $\varnothing 17H14$ согласно эскизу	
	5	Сверлить 3 отв. под резьбу M12	
	6	Фрезеровать фаску $1,6 \times 45^\circ$ в трех отверстиях	
	7	Нарезать резьбу M12 в трех отверстиях	
	8	Сверлить конусное отверстие согласно эскизу	
	9	Повторить переход 18 еще один раз	
	10	Сверлить отв. $\varnothing 13H14$	
	11	Повернуть деталь по оси В на угол 165° .	
	12	Сверлить центровое отверстие выдержав размер 105 ± 1	
	13	Сверлить отверстие под резьбу M22x1,5	
	14	Цековать отверстие в размер $\varnothing 32h15$ мм	
	15	Фрезеровать фаску $1,6 \times 45^\circ$	
	16	Нарезать резьбу M22x1,5	
	17	Повернуть деталь по оси В на угол 75° , выверить.	
	18	Сверлить центровое отверстие.	
	19	Сверлить отверстие под резьбу K1/8"	
	20	Фрезеровать фаску $1 \times 45^\circ$	
	21	Нарезать резьбу K1/8"	
	22	Переустановить заготовку в приспособление, закрепить (установ Б)	
	23	Сверлить центровые отверстия выдержав размер $260\pm 0,575$ и угловые размеры согласно эскизу.	

Продолжение таблицы 1.8

№ операции, наименование операции.	№ перехода	Содержание перехода	Оборудование
025 Сверлильная с ЧПУ	1	Сверлить центровые отверстия выдержав размер $260 \pm 0,575$ и угловые размеры согласно эскизу (под конусные отверстия).	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo
	25	Сверлить 9 отв. $\phi 13H14$	
	26	Сверлить 3 отв. под резьбу M12	
	27	Фрезеровать фаску $1,6 \times 45^\circ$ в трех отверстиях	
	28	Нарезать резьбу M12 в трех отверстиях	
	29	Сверлить конусное отверстие согласно эскизу	
	30	Повторить переход 27 еще два раза	
030 Шлифовальная с ЧПУ	1	Установить заготовку в приспособление, закрепить	Вертикальный шлифовальный станок с ЧПУ фирмы DMG модели Vertical Mate 35
	2	Шлифовать отверстие $\phi 140H7$	
	3	Переустановить инструмент.	
	4	Шлифовать отверстие $\phi 160H7$	
035 Слесарная	1	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	Верстак слесарный, электрическая машина.
040 Контрольная	1	Контроль геометрических параметров согласно чертежу - 100%	Плита контрольная.

1.1.7 Выбор технологических баз и последовательности обработки.

Схему обработки детали «Корпус» выбираем на основании анализа конструкции детали, технических требований на ее изготовление и возможностей производства. Изготовление детали «Корпус» производим за несколько этапов: первый этап – подготовка черновых баз, второй – черновые операции для снятия большого черного припуска и подготовка чистовых баз, второй этап – чистовые операции.

При разработке проектного варианта технологического процесса нужно стремиться к тому, чтобы выполнялись основные принципы базирования заготовок. При высоких требованиях к точности обработки необходимо выбирать такую схему базирования, которая обеспечивает наименьшую погрешность установки. Необходимо соблюдать принципы постоянства и единства баз.

005 Токарная с ЧПУ

Первая операция технологического процесса механической обработки любой детали машин направлена на подготовку чистовых установочных баз. За установочные базы можно принять внутреннюю необработанную поверхность диаметром 136 мм и необработанные торцы. Установка производится в трехкулачковом патроне. Поэтому первая операция технологического процесса – токарная, на которой точатся наружные поверхности, принимаемые за чистовые установочные базы. Первая операция производится на станке токарной группы.

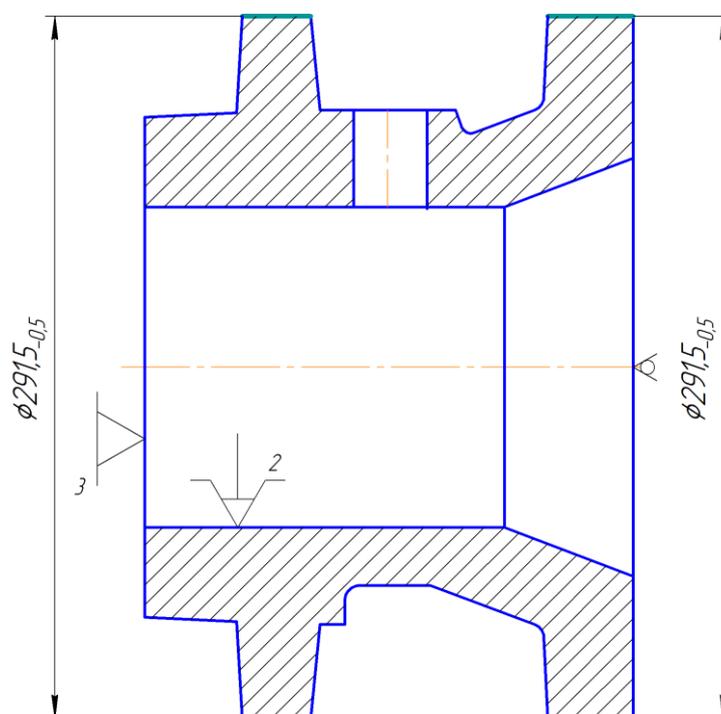


Рисунок 1.1 Схема базирования для 005 операции

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется губками патрона.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Двойная опорная база (отверстие детали) лишает заготовку 2 степеней свободы.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

010 Токарная с ЧПУ

На втором этапе производим обработку торца и центральное отверстие. Здесь же, обрабатываем мелкие фаски и канавки. Установка производится в трех кулачковый патрон. Поэтому вторая операция технологического процесса – токарная, производится на станке токарной группы.

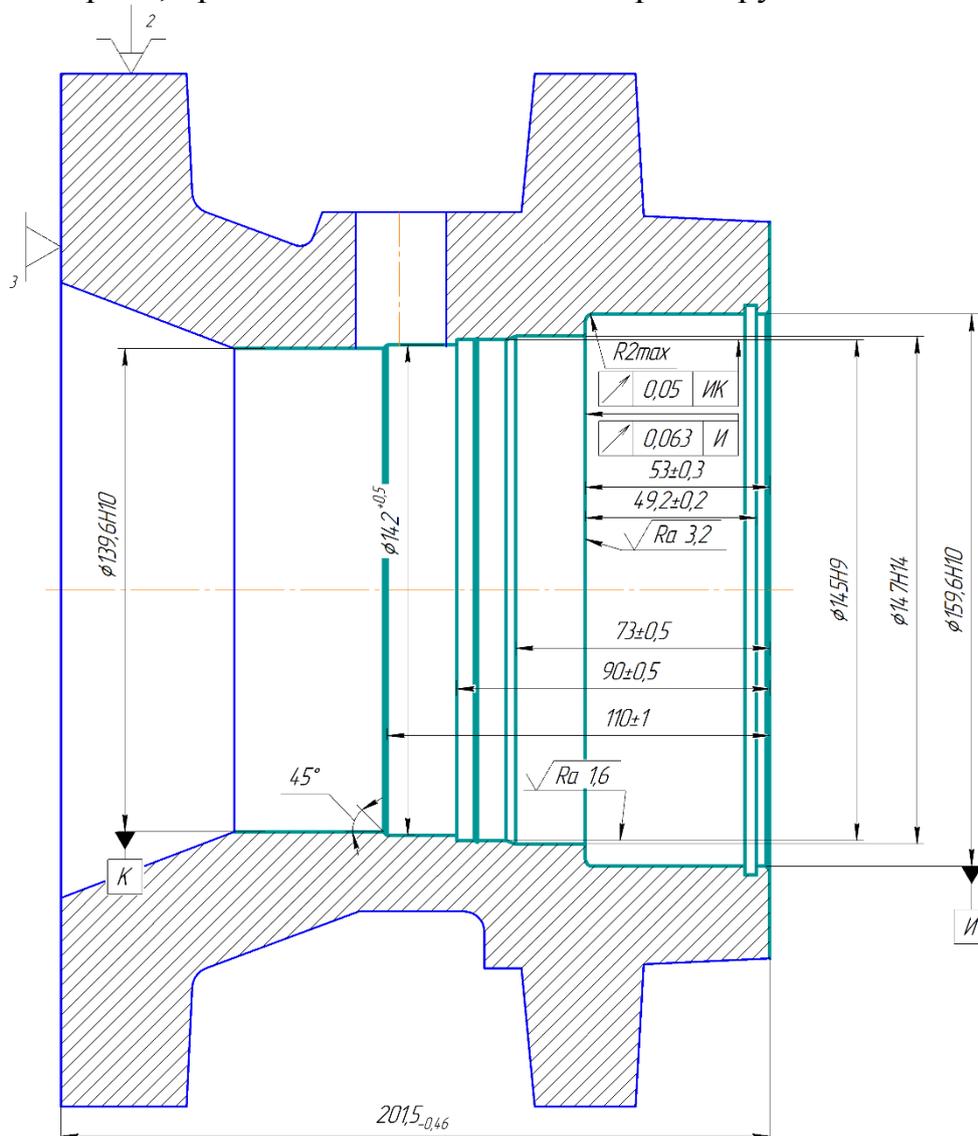


Рисунок 1.2 Схема базирования для 010 операции

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется губками патрона.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Двойная опорная база (наружная поверхность детали) лишает заготовку 2 степеней свободы.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

015 Токарная с ЧПУ

На третьем этапе установим заготовку на подготовленные базы (внутренний диаметр) и торец. На этой операции будем обрабатывать наружные цилиндрические поверхности большого диаметра с одной стороны детали. Установку производим в специальное приспособление со смещённой осью вращения. Третья операция технологического процесса – токарная, производится на станке токарной группы.

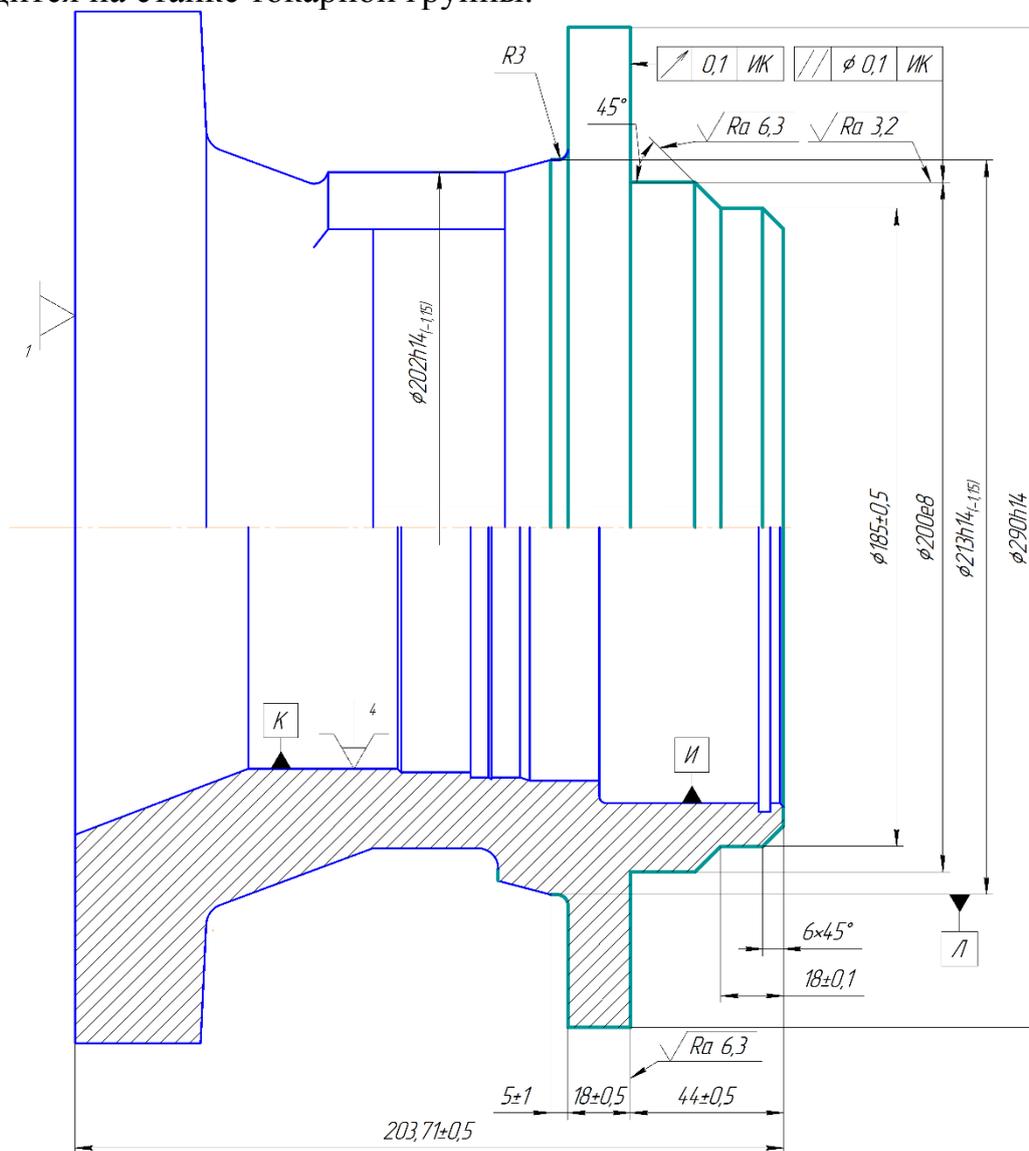


Рисунок 1.3 Схема базирования для 015 операции

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в приспособление со смещенной осью с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется разжимной втулкой патрона.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 1 степени свободы. Двойная направляющая база (отверстие детали) лишает заготовку 4 степеней свободы.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

020 Токарная с ЧПУ

На четвертом этапе установим заготовку на подготовленные базы (внутренний диаметр) и торец. На этой операции будем обрабатывать наружные цилиндрические поверхности большого диаметра с другой стороны детали. Установку производим в цанговый патрон. Четвертая операция технологического процесса – токарная, производится на станке токарной группы.

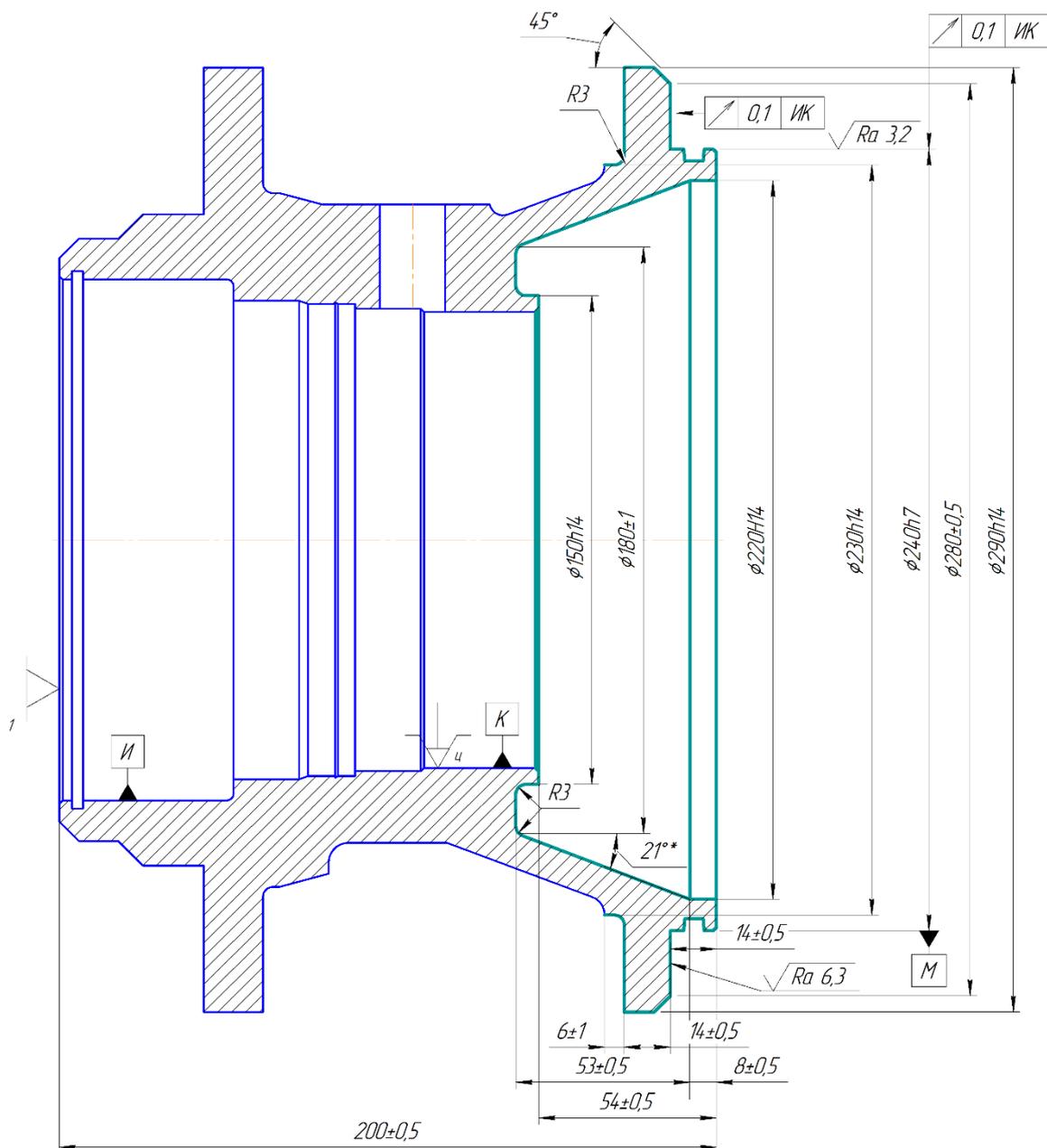


Рисунок 1.4 Схема базирования для 020 операции

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в цанговый патрон с упором в торец. Закрепление заготовки осуществляется разжимной втулкой патрона.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 1 степени свободы. Двойная направляющая база (отверстие детали) лишает заготовку 4 степеней свободы.

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

На заключительных этапах необходимо обработать оставшиеся отверстия. Для этого будем использовать те же чистовые базы.

025 Сверлильная с ЧПУ

На этой операции производим обработку отверстия с резьбой K1/8", отверстия с резьбой M22 и отверстия о фланцах. Установка производится в приспособление специальное с пневмозажимом. Поэтому пятая операция технологического процесса – сверлильная, производится на многоцелевом станке.

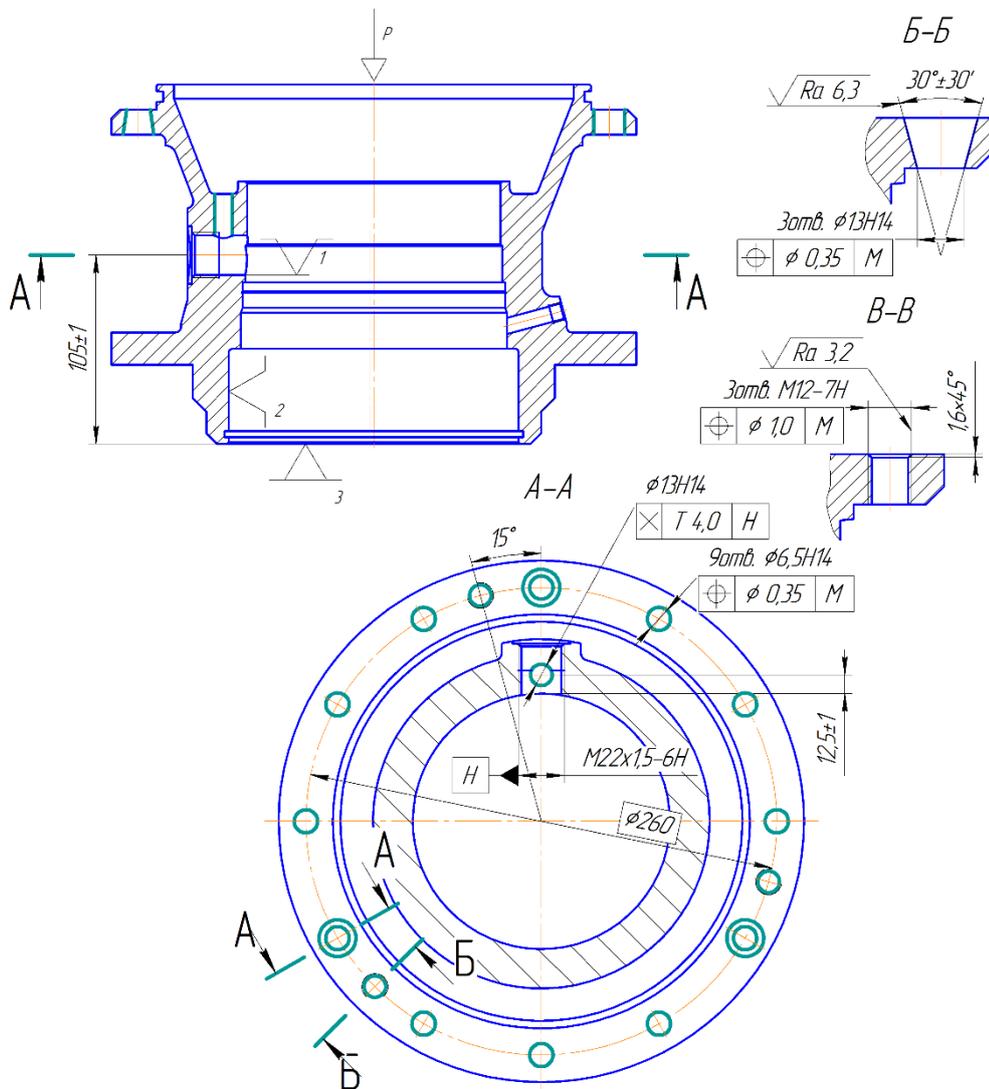


Рисунок 1.5 Схема базирования для 025 операции (Установ А, позиция 1)

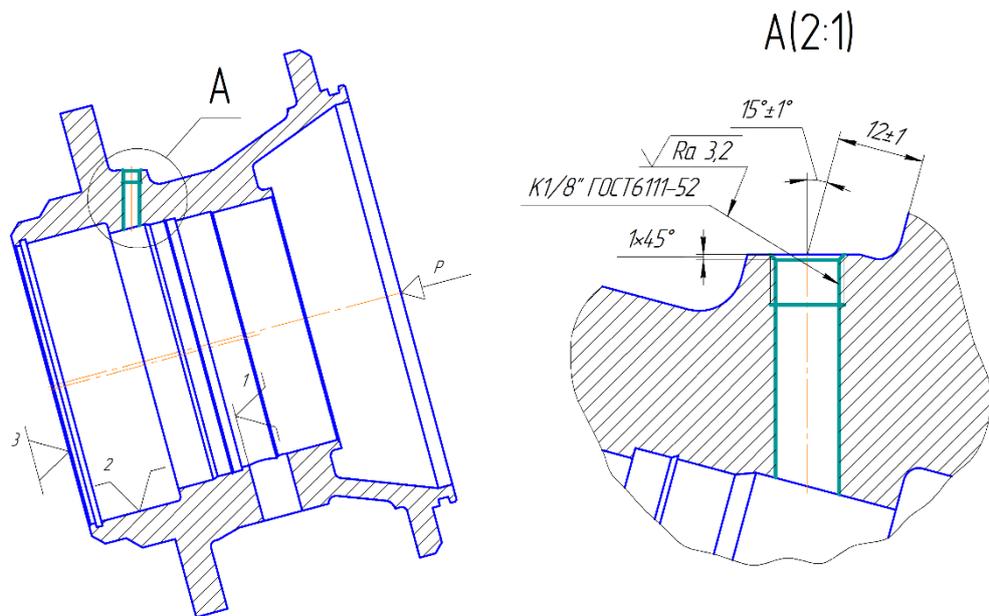


Рисунок 1.6 Схема базирования для 025 операции (Установ А, позиция 2)

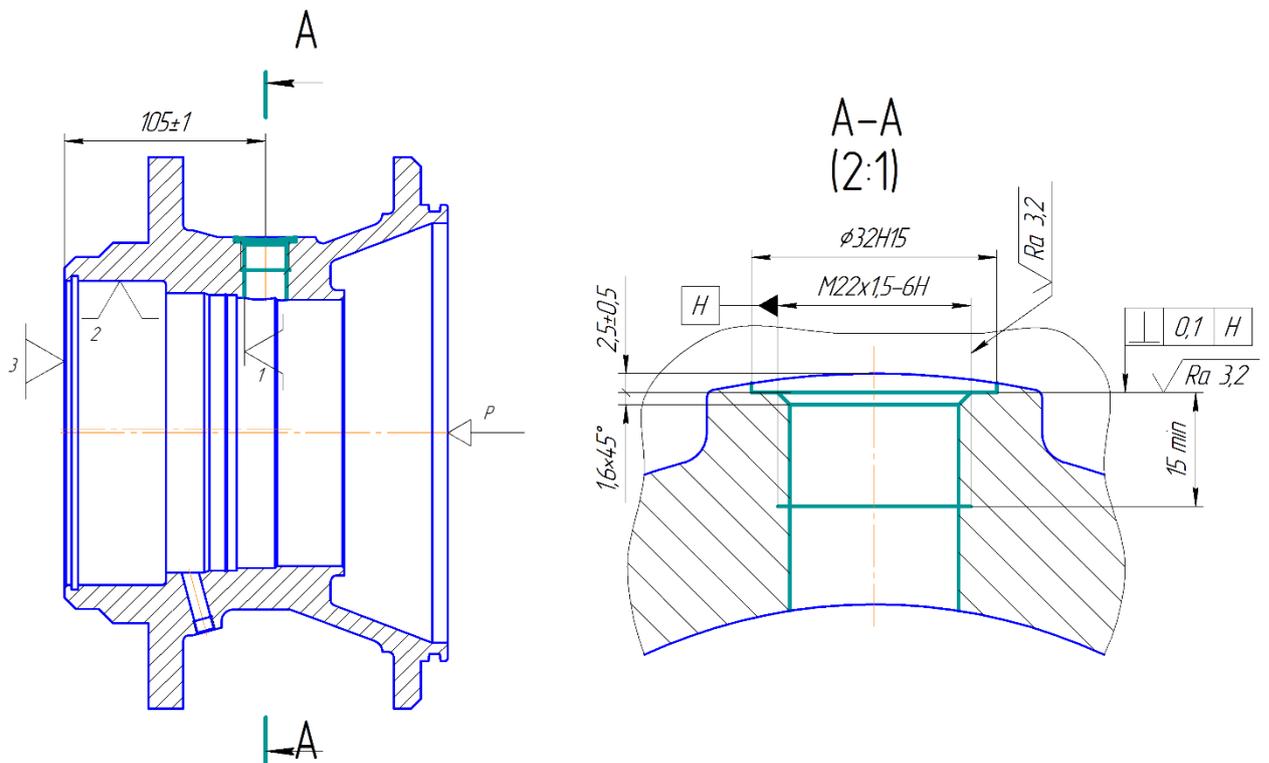


Рисунок 1.7 Схема базирования для 025 операции (Установ А, позиция 3)

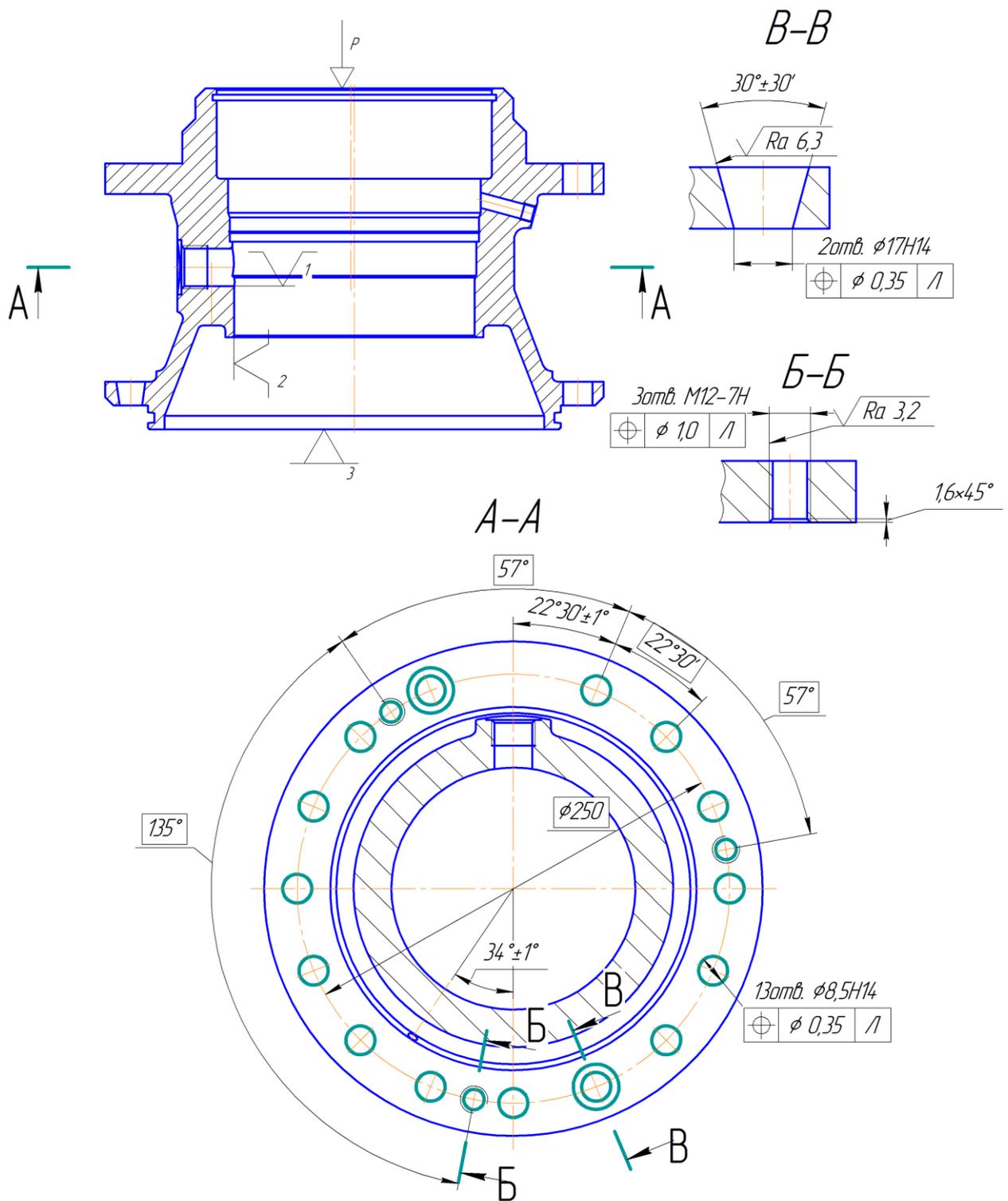


Рисунок 1.8 Схема базирования для 025 операции (Установ Б)

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в приспособление специальное с упором по фланцу. Закрепление заготовки осуществляется прижимом приспособления.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Двойная опорная база (отверстие детали) лишает заготовку 2 степеней

свободы. Шестой степени свободы заготовка будет лишена за счет опорной базы (отверстие детали).

Погрешность базирования при обработке наклонного отверстия не будет равна нулю. Для компенсации данной погрешности применяется измерительная головка, с помощью которой будем снимаются координаты положения верхней поверхности фланца (от которого задан размер), далее ЧПУ станка корректирует координаты сверла в соответствии с действительным положением поверхности фланца.

030 Шлифовальная с ЧПУ

На этой операции производим обработку высокоточных отверстий, имеющих особые требования к цилиндричности. Установка производится в приспособление. Поэтому восьмая операция технологического процесса – шлифовальная, производится на шлифовальном станке.

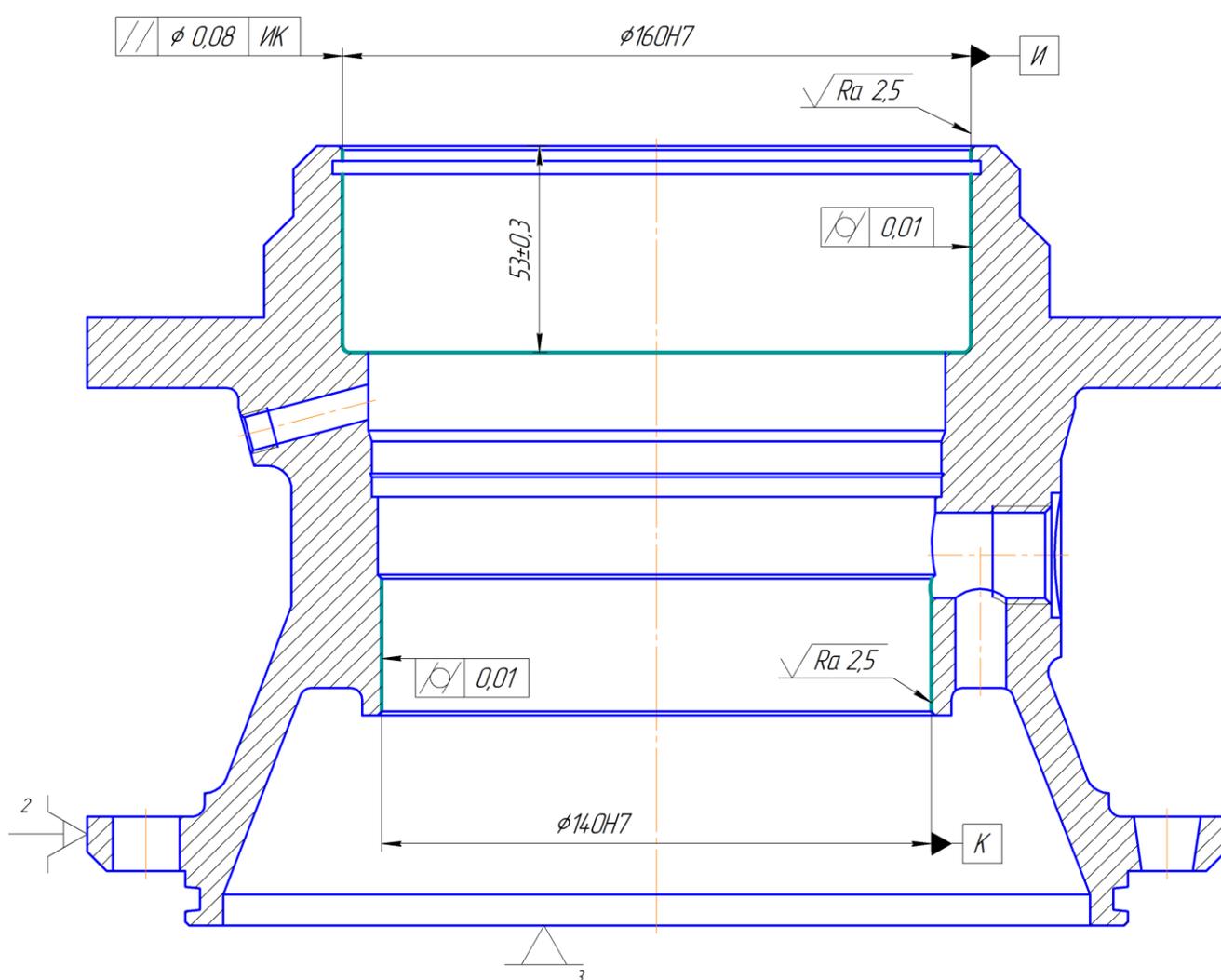


Рисунок 1.9 Схема базирования для 050 операции

Базирование заготовки осуществляется по плоским и цилиндрическим поверхностям, заготовка устанавливается в приспособление с упором в торец.

Установочная база (торец детали) лишает заготовку 3 степеней свободы. Опорная база (наружная поверхность детали) лишает заготовку 2 степеней свободы. Шестой степени свободы заготовка будет лишена за счет фрикционных связей (сил трения).

Погрешность базирования равна нулю, т.к. технологическая и измерительные базы совпадают.

1.1.8 Выбор средств технологического оснащения

1.1.8.1 Выбор оборудования

Для токарных операций выбираем токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000. Краткая техническая характеристика согласно [12] представлена в табл. 1.9.

Таблица 1.9 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Наибольший диаметр устанавливаемой детали, мм	800
Диаметр обточки, максимальный, мм	600
Число позиций револьверной головки	12
Тип инструментальных оправок в револьверной головке	VDI 50
Система управления	Operate 4.5 на базе SIEMENS 840D
Мощность шпинделя, кВт	45
Мощность подачи (X/Y/Z), кВт	7,5 / 7,5 / 10
Максимальный крутящий момент, Нм	770
Диаметр 3-х кулачкового патрона, мм	315
Максимальное число оборотов шпинделя, об/мин	4000
Скорость вращения приводного инструмента, об/мин	10000

В стандартной комплектации (с револьверной головкой на 12 позиции инструментов) данный станок не удовлетворяет потребностям производства и обработки заданной детали, поэтому в рамках данной работы применяется станок по индивидуальному заказу с револьверной головкой на 24 позиции инструментов.



Рисунок 1.10 – Внешний вид станка CTX beta 2000

Для фрезерных операций используем вертикально-фрезерный станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo. Краткая техническая характеристика согласно [13] представлена в табл. 1.10.

Таблица 1.10 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Рабочая зона (X/Y/Z), мм	735 / 650 / 560
Конус шпинделя	SK40
Инструментальный магазин, шт	30
Система управления	Heidenhain iTNC 530 HSCI
Мотор-шпиндель переменного тока, об/мин	14000
Мощность привода, кВт	25
Величина подачи (X/Y/Z), м/мин	50
Мощность подачи (X/Y/Z), кН	7 / 13 / 10
Нагрузка стола, кг	600
Угол поворота стола по оси В	-5°/+ 110°
Угол поворота стола по оси А	-180°/+ 180°



Рисунок 1.11 – Внешний вид станка DMU 80 eVo

Для шлифовальной операции используем вертикальный шлифовальный станок с ЧПУ фирмы DMG модели Vertical Mate 35. Краткая техническая характеристика согласно [14] представлена в табл. 1.11.

Таблица 1.11 - Техническая характеристика станка

Параметр	Значение
Рабочая зона	-
Макс. диаметр заготовки	350 мм
Макс. диаметр шлифования	350 мм
Макс. высота заготовки	350 мм
Макс. длина шлифования	250 мм
Макс. диаметр зажимного патрона	350 мм
Шпиндель заготовки	-
Макс. частота вращения шпинделя заготовки	500 об/мин
Макс. мощность шпинделя заготовки	15 кВт (АС)
Шлифовальный шпиндель	-
Крепление инструмента	HSK-A50
Количество инструментов в устройстве автоматической смены инструмента (АТС)	4
Макс. частота вращения шлифовального шпинделя	18 000 об/мин
Макс. мощность шлифовального шпинделя	11 кВт (АС)



Рисунок 1.12 – Внешний вид станка Vertical Mate 35

1.1.8.2 Выбор технологической оснастки

Выбор оснастки и инструментов для проектируемого технологического процесса также производится после того, как каждая операция предварительно разработана, исходя из следующих данных: метода обработки поверхности или сочетания поверхностей, точности и шероховатости поверхностей, типа производства.

Приспособления и инструменты приняты согласно рекомендациям [15], [16], [17], [18], [19], [20], [21], [22], [23] и представлены в таблице 1.14.

Таблица 1.14 – Средства технологического оснащения

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
005	1	Трёхкулачковый патрон 7100-0011 ГОСТ 2675-80
	2	Пластина SNMG 12 04 16-XMR фирмы SandvikCoromant; Державка DSDNN 2525M 12 фирмы SandvikCoromant; Переходник ASHA-R-VDI50-25-HP фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
010	1	Трехкулачковый патрон специальный с пневмозажимом.
	2	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	3	Державка A40T-SCLCL 12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CCMT 12 04 08-MR фирмы SandvikCoromant; Переходник C6-131-00110-40 фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C6-NC3000-V50-070 фирмы SandvikCoromant; Нутромер 100-161-1 ГОСТ 868-82 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	4	Державка C5-SCLCR-27140-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CCMT 12 04 12-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	5	Державка C5-SCLCR-27140-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CCMT 12 04 12-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	6	Державка C5-SCLCR-27140-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CCMT 12 04 04-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	7	Державка C5-SCLCR-27140-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CСMT 12 04 04-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Пробка 8140-0112 Н9 ГОСТ 14822-69 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	8	Державка C5-SCLCR-22110-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CСMT 12 04 08-MM фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	9	Державка C5-SCLCR-22110-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CСMT 12 04 12-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	10	Державка C5-SCLCR-13080-09 фирмы SandvikCoromant; Пластина 09 Т3 08-MF фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Нутромер НМ600 ГОСТ 10-88 Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90
	11	Резец специальный Державка специальная Шаблон специальный
	12	Резец специальный Державка специальная Шаблон специальный

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	13	Державка C5-SSKCR-13080-09 фирмы SandvikCoromant; Пластина SCMT 09 T3 08-MR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C5-NC3000-V50-050 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
015	1	Приспособление специальное;
	2	Державка C4-DCLNR-27055-16 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 16 06 08-ММ фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	3	Державка C4-DCLNR-27055-16 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 16 06 08-ММ фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	4	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MF фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	5	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MF фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Скоба 8113-0304 e8 ГОСТ 18360-93

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	6	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MF фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	7	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MF фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	8	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
	9	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
	10	Державка DCLNR 2525M 12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MR фирмы SandvikCoromant; Переходник ASHA-R-VDI50-25-HP фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	11	<p>Державка DCLNR 2525M 12 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Пластина CNMG 12 04 08-MR фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Переходник ASHA-R-VDI50-25-HP фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89</p>
020	1	Приспособление специальное;
	2	<p>Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89</p>
	3	<p>Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90</p>
	4	<p>Державка LAF151.37-25-024A30 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Пластина N151.3-400-30-7P фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89</p> <p>Штангенглубиномер ШГЦ-300-0,01 ГОСТ 162-90</p>
	5	<p>Державка C4-DCLNR-27055-16 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Пластина CNMG 12 06 08-MM фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant;</p> <p>Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75</p>

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	6	Державка C4-DCLNR-27055-16 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 06 08-ММ фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	7	Державка C4-DCLNR-27055-16 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 06 08-ММ фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Скоба 8113-0311 h7 ГОСТ 18360-93
	8	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
	9	Резец специальный Державка специальная Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	10	Резец специальный Державка специальная Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	11	Резец специальный Державка специальная Скоба специальная □232,6 h7 ГОСТ 18360-93
	12	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	13	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	14	Державка DCLNR 2525M 12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MR фирмы SandvikCoromant; Переходник ASHA-R-VDI50-25-HP фирмы SandvikCoromant; Микрометр СИ 300 ГОСТ 11098-75
	15	Державка DCLNR 2525M 12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-MR фирмы SandvikCoromant; Переходник ASHA-R-VDI50-25-HP фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	16	Державка C4-DCLNR-27050-12 фирмы SandvikCoromant; Пластина CNMG 12 04 08-XMR фирмы SandvikCoromant; Хвостовик C4-NC3000-V50-040 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88
025	1	Приспособление специальное;
	2	Щуп А-5003-4782 фирмы Renishawt;
	3	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	4	Сверло R840-0880-50-W1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый А2В14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant;

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	5	Фреза 326R06-B1502006-CH фирмы Sandvik Coromant; Патрон Weldon A2B20-40 10 100 фирмы Sandvik Coromant; Шаблон специальный на фаску
	6	Резьбофрезер E8745-40 фирмы Sandvik Coromant; Вставка с предохранительной муфтой 393.03-SES1 D035X027 фирмы Sandvik Coromant; Пробка резьбовая специальная
	8	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	9	Сверло R840-1900-30-A1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	10	Фреза RA390-013O13-07L фирмы Sandvik Coromant; Пластина 390R-070212M-MM фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-4025070 фирмы Sandvik Coromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	11	Фреза 326R06-B1502006-CH фирмы Sandvik Coromant; Патрон Weldon A2B20-40 10 100 фирмы Sandvik Coromant; Шаблон специальный на фаску
	12	Резьбофрезер X E447M22 фирмы Sandvik Coromant; Вставка с предохранительной муфтой 393.03-SES3 D180X140 фирмы SandvikCoromant; Резьбовая пробка 8221-1086 ГОСТ 17757-72
	14	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	15	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	16	Сверло R840-1700-30-W0A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	17	Сверло R840-1000-50-W1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	18	Фреза 326R06-B1502006-CN фирмы Sandvik Coromant; Патрон Weldon A2B20-40 10 100 фирмы Sandvik Coromant; Шаблон специальный на фаску
	19	Резьбофрезер X E447M12 фирмы Sandvik Coromant; Вставка с предохранительной муфтой 393.03-SES1 Резьбовая пробка 8221-1052 ГОСТ 17757-72
	20	Фреза 522.140.11 фирмы СМТ; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Шаблон специальный для конусного отверстия
	21	Фреза 522.140.11 фирмы СМТ; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Шаблон специальный для конусного отверстия
	23	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	24	Сверло, центровочное сверло, цельное, форма А DIN/ISO (DRLCTRSA) фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый 392.55514-3020052 фирмы SandvikCoromant;
	25	Сверло R840-1300-30-W0A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 1.14

Номер операции	Номер перехода	Оснастка
	26	Сверло R840-1000-50-W1A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
	27	Фреза 326R06-B1502006-CH фирмы Sandvik Coromant; Патрон Weldon A2B20-40 10 100 фирмы Sandvik Coromant; Шаблон специальный на фаску
	28	Резьбофрезер X E447M22 фирмы Sandvik Coromant; Вставка с предохранительной муфтой 393.03-SES1 Резьбовая пробка 8221-1053 ГОСТ 17757-72
	29	Фреза 522.140.11 фирмы СМТ; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Шаблон специальный для конусного отверстия
	30	Фреза 522.140.11 фирмы СМТ; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Шаблон специальный для конусного отверстия
	31	Сверло R840-1300-30-W0A фирмы Sandvik Coromant; Патрон цанговый A2B14-40 20 070 фирмы SandvikCoromant; Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89
030	2	Шлифовальный круг ПП 125x32x50 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83 Переходник 392.41005С-5022060 Пробка 8140-0111 Н7 ГОСТ 14822-69
	4	Шлифовальный круг ПП 150x32x50 25А 10-П С2 7 К1А 35 м/с А 1 кл. ГОСТ 2424-83 Переходник 392.41005С-5022060 Пробка 8140-0115 Н7 ГОСТ 14822-69

На операции 025 Сверлильная с ЧПУ для выверки детали используется щуп фирмы Renishawt. Технические характеристики представлены в таблице 1.15.

Таблица 1.15 – Технические характеристики щупа фирмы Renishawt.

Тип щупа	Шарики из синтетического рубина Al_2O_3
Материал	Синтетический рубин монокристаллический
Класс	Класс 5
Отклонение от сферической формы, мкм	0,13
Конструкция	Моно
Состав, вес%	99% Al_2O_3
Чистота, %	99,90
Плотность, г/см ³	3,90
Твёрдость, HV	2300
Сопротивление сжатию, МПа	2100
Сопротивление изгибу, МПа	400-700
Сопротивление развитию трещины $K1c$, МН/м ^{3/2}	1

1.1.9 Расчёт припусков на механическую обработку

На поверхности диаметром 160Н7 мм на участке длиной 53 мм от торца будет производиться расточка в тот же размер. Поскольку при обработке необходимо выдержать необходимую точность (7 квалитет) и шероховатость (Ra 2,5), весь допуск для данной поверхности дан в «плюс».

Расчет припусков на поверхность диаметром 160Н7 производим аналитическим методом. Аналитический метод позволяет учесть шероховатость поверхности, неровности заготовки и погрешность ее установки на операции.

Поскольку допуск данной поверхности относится приблизительно к 7 квалитету точности, согласно рекомендациям [4, стр, 201] необходимо назначить следующую последовательность обработки:

- растачивание предварительное (получистовое);
- растачивание чистовое;
- шлифование.

Точность изготовления выбранного метода получения заготовки позволяет опустить черновую обработку заготовки. Для достижения требуемого параметра шероховатости (Ra 2,5) предпочтительна окончательная обработка шлифованием. Для данного вида работ необходимо будет предусмотреть применение высокоточного оборудования.

Расчет припусков аналитическим методом производим согласно рекомендациям [8, стр. 62-95].

Все расчеты сведем в таблицу 1.16.

Таблица 1.16 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности диаметром 160Н7

Технологический маршрут обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск Z_{min} , мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск на изготовление, мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	$E_{\text{уст}}$				D_{max}	D_{min}	$Z_{\text{max}}^{\text{пр}}$	$Z_{\text{min}}^{\text{пр}}$
Отливка	20	140	352	80	-	158,662	1200	136,6	135,4	-	-
Растачивание предварительное	50	50	18	4	1024	159,686	250	159,69	159,44	24,04	23,09
Растачивание чистовое	20	25	14	3	236	159,922	100	159,92	159,82	0,380	0,230
Шлифование	3	0	2	1	118	160,040	40	160,040	160,000	0,180	0,120
Итого:										24,60	23,44

Определяем качество поверхности:

- для заготовки $R_z = 20$ мкм; $T = 140$ мкм ([8], табл. 27);
- для предварительного растачивания $R_z = 50$ мкм; $T = 50$ мкм ([8], табл. 30);

– для чистового растачивания $R_z = 20$ мкм; $T = 25$ мкм ([8], табл. 30);

– для шлифования $R_z = 3$ мкм; $T = 0$ мкм ([8], табл. 30).

Пространственные отклонения:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (1.9)$$

где $\rho_{\text{кор}}$ – коробление отливки;

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k \cdot D, \quad (1.10)$$

где Δ_k – удельная кривизна заготовки, $\Delta_k = 1$ мкм/мм ([8], табл. 32);

D – диаметр заготовки, $D = 290$ мм;

$\rho_{\text{см}}$ – смещение отливки,

$$\rho_{\text{см}} = \delta, \quad (1.11)$$

где δ – допуск на толщину стенки отливки, $\delta = 200$ мкм.

$$\begin{aligned}\rho_{\text{кор}} &= 1 \cdot 290 = 290 \text{ мкм}, \\ \rho_{\text{см}} &= 200 \text{ мкм}, \\ \rho_0 &= \sqrt{290^2 + 200^2} \approx 352 \text{ мкм}.\end{aligned}$$

Величину остаточных общих пространственных отклонений после выполнения механической обработки находим по формуле:

$$\rho_{\text{ост}} = \rho_0 \cdot k_y, \quad (1.12)$$

где $\rho_{\text{ост}}$ - остаточная кривизна, мкм.;

k_y - коэффициент уточнения;

Для предварительного растачивания $k_y = 0,05$.

Для окончательного растачивания $k_y = 0,04$.

Для шлифования $k_y = 0,005$.

$$\rho_{\text{ост1}} = 352 \cdot 0,05 \approx 18 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{ост2}} = 352 \cdot 0,04 \approx 14 \text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{ост3}} = 352 \cdot 0,005 \approx 2 \text{ мкм}.$$

Определяем погрешность установки при базировании в кулачковом патроне:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2}, \quad (1.13)$$

где ε_6 - погрешность базирования, $\varepsilon_6 = 0$ ([8], табл. 36);

ε_3 - погрешность закрепления, $\varepsilon_3 = 80$ мкм ([8], табл. 38).

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 80^2} = 80 \text{ мкм}.$$

Величину остаточной погрешности установки после выполнения механической обработки находим по формуле:

$$\varepsilon_{\text{уост}} = \varepsilon_y \cdot k_y, \quad (1.14)$$

где $\varepsilon_{\text{уост}}$ - погрешности установки, мкм.;

k_y - коэффициент уточнения;

$$\varepsilon_{\text{уост1}} = 80 \cdot 0,05 \approx 4 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_{\text{уост2}} = 80 \cdot 0,04 \approx 3 \text{ мкм},$$

$$\varepsilon_{\text{уост3}} = 80 \cdot 0,005 \approx 1 \text{ мкм}.$$

Определяем расчетные величины припусков по всем технологическим переходам по формуле:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \cdot \left((R_{Z_{i-1}} + h_{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_{\text{уст.i}}^2} \right), \quad (1.15)$$

где $R_{Z_{i-1}}$ - высота неровностей профиля на предшествующем переходе, мкм;

h_{i-1} - глубина дефектного слоя на предшествующем переходе, мкм;

ρ_{i-1} - суммарное значение пространственных отклонений на предшествующем переходе, мкм.;

$E_{\text{уст.i}}$ - погрешность установки заготовки на выполняемом переходе.

Для предварительного растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((20 + 140) + \sqrt{352^2 + 4^2} \right) \approx 1024 \text{мкм.}$$

Для чистового растачивания:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((50 + 50) + \sqrt{18^2 + 3^2} \right) \approx 236 \text{мкм.}$$

Для шлифования:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot \left((20 + 25) + \sqrt{14^2 + 1^2} \right) \approx 118 \text{мкм.}$$

В графу «Расчетный размер» расчетной таблицы записываю для конечного перехода (шлифование) предельный размер по чертежу.

$$D_{p3} = 160,040 \text{мм.}$$

Последовательно определяю расчетные размеры для каждого предшествующего перехода.

Расчетный размер для чистового растачивания:

$$D_{p2} = 160,0400 - 0,118 = 159,922 \text{мм.}$$

Расчетный размер для предварительного растачивания:

$$D_{p1} = 159,922 - 0,236 = 159,686 \text{мм.}$$

Расчетный размер для заготовки:

$$D_{p\text{заг}} = 159,686 - 1,024 = 158,662 \text{мм.}$$

На заготовке для данной детали не целесообразно выполнение сложного ступенчатого отверстия, поэтому корректируем расчетный размер для заготовки по наименьшему значению:

$$D_{p\text{заг}} = 136,600 \text{мм.}$$

Определяю наибольшие предельные размеры, округляя расчетные размеры. Данные свожу в таблицу.

Определяем наибольшие предельные размеры:

$$D_{\min} = D_{\max i} - T_i$$

где T_i – допуск на выполняемом переходе, мм.

Наибольший предельный размер для шлифования:

$$D_{\min 3} = 160,040 - 0,040 = 160,000 \text{мм.}$$

Наибольший предельный размер для чистового растачивания:

$$D_{\min 2} = 159,92 - 0,100 = 159,82 \text{мм.}$$

Наибольший предельный размер для предварительного растачивания:

$$D_{\min 1} = 159,69 - 0,25 = 159,44 \text{мм.}$$

Наибольший предельный размер для заготовки:

$$D_{\min \text{заг}} = 136,60 - 1,2 = 135,40 \text{мм.}$$

Определяем наибольшие предельные значения припусков:

$$2z_{\max 1}^{\text{пр}} = 160,000 - 159,82 = 0,180 \text{мм,}$$

$$2z_{\max 2}^{\text{пр}} = 159,82 - 159,44 = 0,38 \text{мм,}$$

$$2z_{\max 3}^{\text{пр}} = 159,44 - 135,4 = 24,04 \text{мм.}$$

Определяем наименьшие предельные значения припусков:

$$2z_{m \in 1}^{\text{пр}} = 160,040 - 159,92 = 0,120 \text{мм,}$$

$$2z_{m \in 2}^{\text{пр}} = 159,92 - 159,69 = 0,230 \text{мм,}$$

$$2z_{m \in 3}^{\text{пр}} = 159,69 - 136,6 = 23,09 \text{мм.}$$

Определяем общие припуски:

$$2z_{\max}^{\text{пр}} = 2z_{\max 1}^{\text{пр}} + 2z_{\max 2}^{\text{пр}} + 2z_{\max 3}^{\text{пр}}, \quad (1.17)$$

$$2z_{\max}^{\text{пр}} = 0,180 + 0,380 + 24,04 = 24,60 \text{ мм},$$

$$2z_{\min}^{\text{пр}} = 2z_{\min 1}^{\text{пр}} + 2z_{\min 2}^{\text{пр}} + 2z_{\min 3}^{\text{пр}}, \quad (1.18)$$

$$2z_{\min}^{\text{пр}} = 0,120 + 0,230 + 23,09 = 23,44 \text{ мм}.$$

Проведем проверку:

$$2z_{\max}^{\text{пр}} - 2z_{\min}^{\text{пр}} = T_{\text{заг}} - T_{\text{д}}, \quad (1.19)$$

$$24,60 - 23,44 = 1,20 - 0,04,$$

$$1,16 = 1,16.$$

Условие выполняется, следовательно, расчеты выполнены верно.

Числовые значения припусков оказались большими (23...24 мм), однако, следует учесть, что данное отверстие выполняется после расточки некоторых других, поэтому большую часть припуска будет удалена на переходах обработки отверстий меньшего диаметра.

1.1.10 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания ведем по [15], [24, стр. 261-274, 276-291, 300-303].

Подробный расчет производится для операции 005 переход 2: «Точить поверхность в размер 291,5_{-0,5} мм».

Выбираем «деталь» - «наружная обработка» - «цилиндрическая поверхность». Вводим данные операции:

Обрабатываемый диаметр – 294,4 мм.

Обработанный диаметр – 291,5 мм.

Длина обработки – 165 мм.

Результат представлен на рисунке 1.13

The screenshot shows a software interface for configuring a turning operation. On the left, there are icons for the operation type (Cylindrical surface), material (Austenitic stainless steel, M1.0.Z.AQ, 200 HB), and machine (Lathe 03, 25 kW, 4000 1/min). The main panel displays the following parameters:

- Condition of processing: Uslovia obrabotki
- Condition of the workpiece surface: Sostoyaniye poverkhnosti zagotovki (Предварительно обработанная)
- Cutting conditions: Uslovia rezaniya (Непрерывное резание)
- Clamping stability: Stabilitet krepлення (Хорошая стабильность)
- Operation type: Тип операции (СТРТ) - Черновая и чистовая обработка
- Processable diameter (DMS): 294,4 mm
- Processed diameter (DME): 291,5 mm
- Processable length (LM): 165 mm
- Surface roughness (Ra): Шероховатость Ra в продольном направлении (RRA) - [input field]
- PrimeTurning™: Включить результаты PrimeTurning™ (Вкл)

A 3D model of a cylindrical part is shown on the right, with a diameter dimension labeled 'DM'.

Рисунок 1.13 - Данные операции

Материал – выбираем «низколегированная сталь». Результат представлен на рисунке 1.14

Плоская поверхность

Низколегированная сталь P2.1.Z.AN • 175 HB

Универсальный обрабатыва...
φ 28 kW, 18000 1/min

DEPTHMF 2.5 mm WIDTH 85 mm
LENGTH 254 mm DC Не установлено

Получить результаты

Поиск

1-7 из 7

Выберите материал по умолчанию или найдите конкретный материал, используя фильтр

P	Низколегированная сталь Показать варианты ...	175 HB P2.1.Z.AN	M	Аустенитная нержавеющая ...	200 HB M1.0.Z.AQ
K	Серый чугун	245 HB K2.2.C.UT	N	Сплав на основе алюминия	90 HB N1.3.C.AG
S	Жаропрочный сплав на осн...	350 HB S2.0.Z.AG	H	Сверхзакаленная сталь	60 HRC H1.3.Z.HA
O	Термопласт	150 HB O1.0.U.NS			

Рисунок 1.14 – Выбор материала

Выбираем «получить результат». Результат представлен на рисунке 1.15

T-Max P

DSDNN 2525M 12
Инструмент

SNMG 12 04 16-XMR 2220
Пластина

Rectangular shank -metric: 25 x 25

Стойкость, дет. 9.31
TLIFEC Поверхности

Время обработки на элемент 01:37,800
TME МИН:С

ШАГИ 1

ЧИСТОВАЯ ОБРАБОТКА

Скорость резания VC 166 m/min

Подача на оборот FN 0.566 mm

Число проходов в направлении AP NORAP 1

Глубина резания AP 1.45 mm

Рисунок 1.15 – Полученный результат

Выбираем «Показать подробности». Результат представлен на рисунке 1.16

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ		РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ	
VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	NOPAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP	DMS [mm] ОБРАБАТЫВАЕМЫЙ ДИАМЕТР
1 166	0.566	1	294.4
DME [mm] ОБРАБОТАННЫЙ ДИАМЕТР	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	RPMX [1/min] МАХ ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ	PPCX [kW] МАКСИМАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ
1 291.5	1.45	181	5.95
MMCX [Nm] МАХ КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ			
1 314			

Рисунок 1.16 – Подробный результат

Подробный расчет производим для операции 025 переход 14: «Сверлить 13 отв. \varnothing 17H14».

Выбираем «деталь» - «не вращающаяся» - «цилиндрическое отверстие в цельном материале». Вводим данные операции:

Обрабатываемый диаметр – 13 мм.

Длина обработки – 14 мм.

Результат представлен на рисунке 1.17

Цилиндрическое отверстие в цельном материале

Аустенитная нержавеющая сталь
M1.0.Z.AQ + 200 HB

Универсальный высокопроиз...
200 kW, 5000 1/min
200 kW, 500000 1/min

DM 13 mm
DEPTHMF 80 mm
TCHN H14

Получить результаты

Условия обработки

Стабильность крепления
Хорошая стабильность

Хорошие условия

Способность выполнения/наличие глухих отверстий
ВОЗМОЖНОСТЬ ОБРАБОТКИ ОТВЕРСТИЙ

Обрабатываемый диаметр DM 13 mm

Глубина элемента обработки DEPTHMF 80 mm

Точность отверстия TCHN H14

Верхнее отклонение диаметра DTOLU 0,43 mm

Нижнее отклонение диаметра DTOLL 0 mm

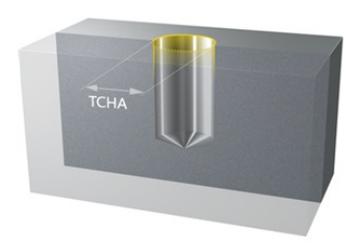


Рисунок 1.17 - Данные операции

Материал – выбираем «низколегированная сталь». Результат представлен на рисунке 1.18

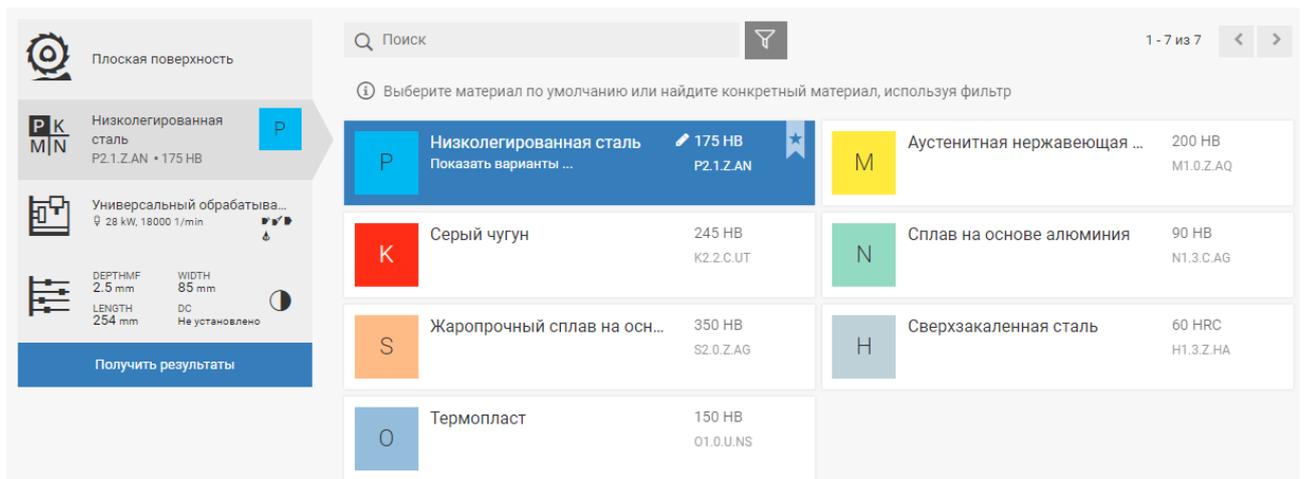


Рисунок 1.18 – Выбор материала

Выбираем «получить результат». Результат представлен на рисунке 1.19

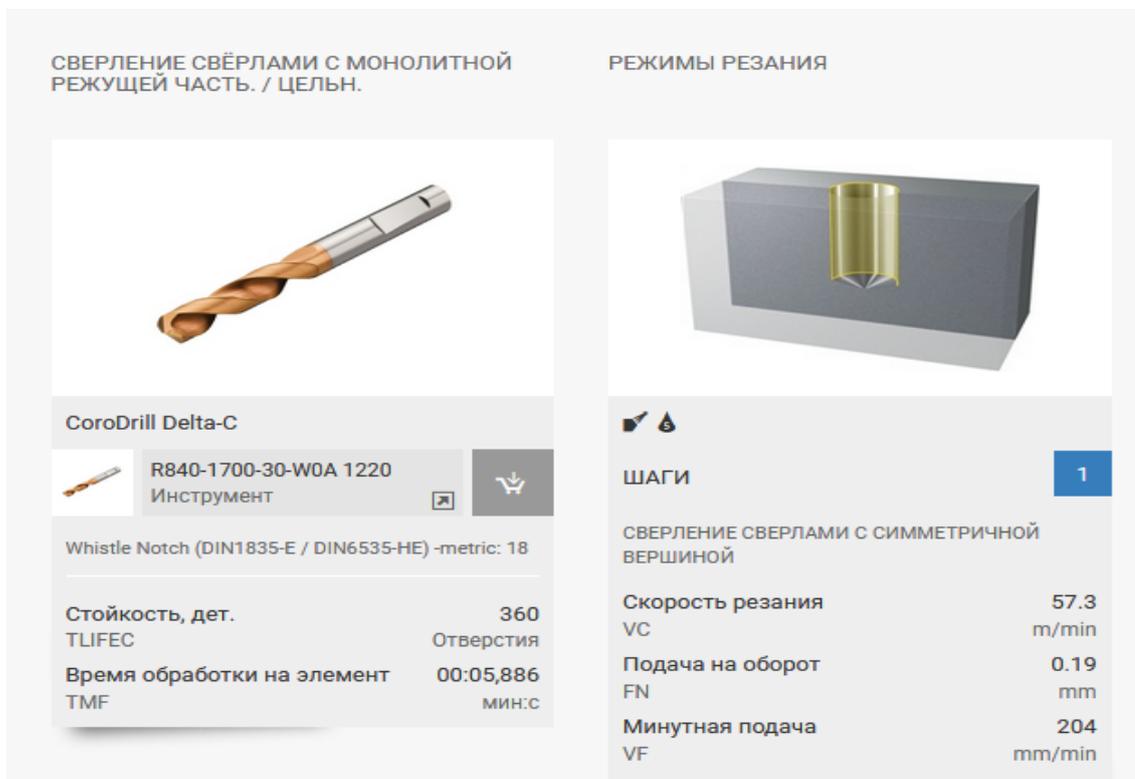


Рисунок 1.19 – Полученный результат

Выбираем «Показать подробности». Результат представлен на рисунке 1.20

СВЕРЛЕНИЕ СВЁРЛАМИ С МОНОЛИТНОЙ РЕЖУЩЕЙ ЧАСТЬЬ. / ЦЕЛЬН.

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ПРЕДЕЛЫ

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FN [mm] ПОДАЧА НА ОБОРОТ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШПИНДЕЛЯ	VF [mm/min] МИНУТНАЯ ПОДАЧА
57.3	0.19	1070	204

PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ	MMC [Nm] КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ	FFF [N] УСИЛИЕ ПОДАЧИ
3.54	31.5	2900

ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

CoroDrill Delta-C

ПОЯСНЕНИЕ

1 Сверление сверлами с симметричной вершиной

Рисунок 1.20 – Подробный результат

Подробный расчет производим для операции 025 переход 8: «Цековать отверстие в размер $\varnothing 32h15$ мм».

Выбираем «деталь» - «не вращающаяся» - «карман» - «круглый» - «от предварительного отверстия».

Глубина элемента обработки – 2,5

Обрабатываемый диаметр – 32 мм.

Обрабатываемый диаметр – 19 мм.

Результат представлен на рисунке 1.21

Круглый карман от предварительного отверстия

Аустенитная нержавеющая сталь M1.0.Z.AQ + 200 HB

Универсальный обрабатыва... $\varnothing 28$ kW, 18000 1/min

DEPTNMF 2.5 mm DM 32 mm
RE Не установлено REN Не установлено

Получить результаты

Условия обработки

Состояние поверхности заготовки Предварительно обработанная

Стабильность крепления Хорошая стабильность

Хорошие условия

Тип операции СТРТ Черновая обр...

Глубина элемента обработки DEPTNMF 2.5 mm

Обрабатываемый диаметр DM 32 mm

Радиус при вершине RE mm

Номинальный радиус при вершине REN mm

Мах радиус при вершине REX mm

Обрабатываемый диаметр DMS 19 mm

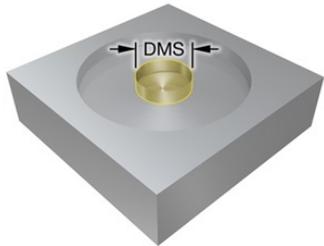


Рисунок 1.21 - Данные операции

Материал – выбираем «низколегированная сталь». Результат представлен на рисунке 1.22

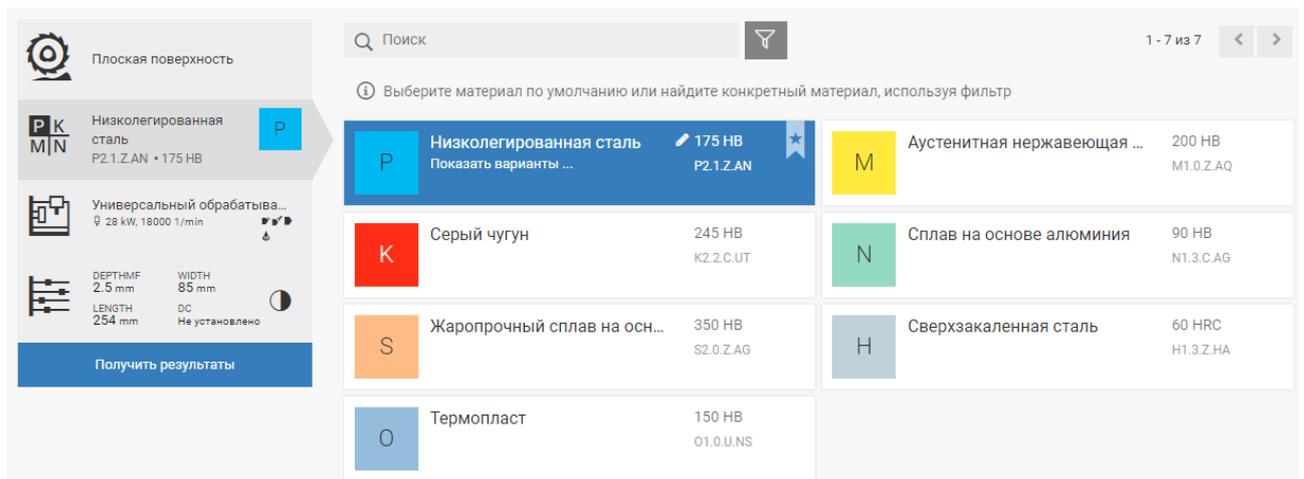


Рисунок 1.22 – Выбор материала

Выбираем «получить результат». Результат представлен на рисунке 1.23

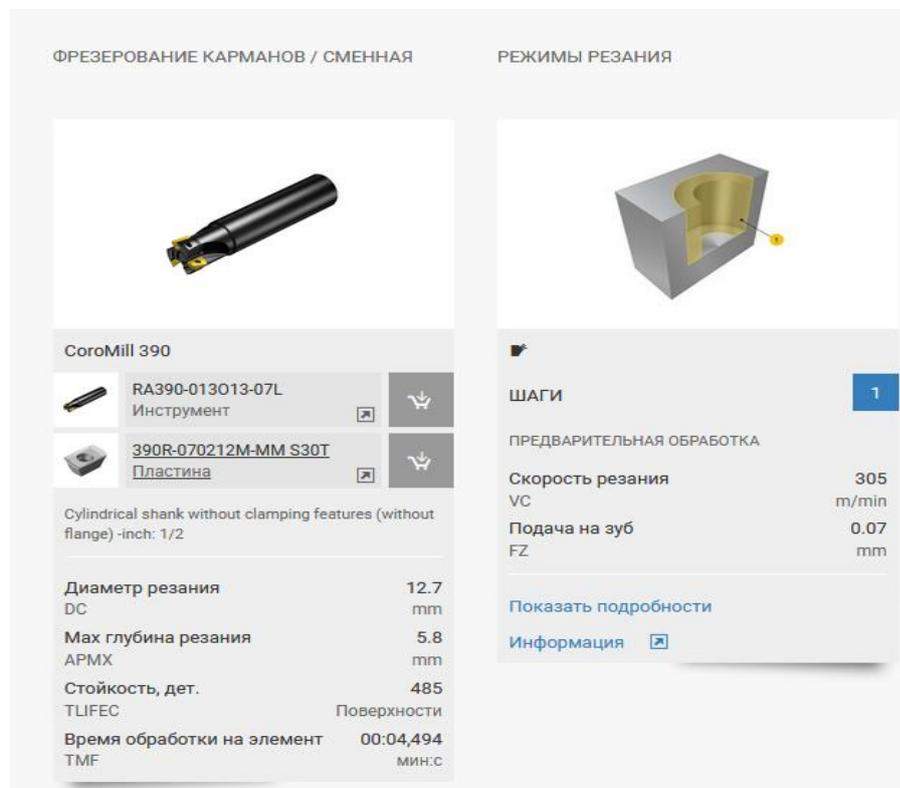


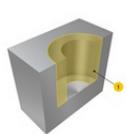
Рисунок 1.23 – Полученный результат

Выбираем «Показать подробности». Результат представлен на рисунке 1.24

ФРЕЗЕРОВАНИЕ КАРМАНОВ / СМЕННАЯ

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ ИЗМЕНИТЕ РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ

ИЗМЕНЕНИЕ ЧИСЛА ПРОХОДОВ СТРАТЕГИЯ ОБРАБОТКИ



ПОЯСНЕНИЕ

1 Предварительная обработка

CoroMill 390

RA390-013013-07L
Инструмент

390R-070212M-MM S30T
Пластина

Соединение
Cylindrical cheek without chamfer

VC [m/min] СКОРОСТЬ РЕЗАНИЯ	FZ [mm] ПОДАЧА НА ЗУБ	N [1/min] ЧАСТОТА ВРАЩЕНИЯ ШТИНДЕЛЯ	VFM [mm/min] ПОДАЧА НА ОБРАБАТЫВАЕМОМ...
305	0.07	7640	1070
AE [mm] ШИРИНА ФРЕЗЕРОВАНИЯ	AP [mm] ГЛУБИНА РЕЗАНИЯ	NORAE ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AE	NORAP ЧИСЛО ПРОХОДОВ В НАПРАВЛЕНИИ AP
6.5	2.5	1	1
QQ [cm ³ /min] СКОРОСТЬ СЪЕМА МАТЕРИАЛА	PPC [kW] МОЩНОСТЬ РЕЗАНИЯ		
17.4	1.75		

ПОЯСНЕНИЕ

1 Предварительная обработка

Рисунок 1.24 – Подробный результат

Результат расчетов режимов резания всех переходов и операций сводим в таблицу 1.17.

Таблица 1.17 – Значение режимов резания

№ пере-хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/о б	n, об/ми н	V, м/ми н	T _о , мин	P _z , кН	N, кВт
Оп. 005 Токарная с ЧПУ								
2	Точить поверхность в размер 291,5 _{-0,5} мм	1,45	0,56	181	166	1,63	2,151	1,95
Итого:						1,63	-	
Оп. 010 Токарная с ЧПУ								
2	Подрезать торец в размер 201,5 мм	2,5	0,3	454	194	2,15	2,115	2,84
3	Расточить отверстие ø139,6H10 мм напроход.	1,8	0,36	401	176	2,10	1,708	2,01
4	Расточить отверстие ø142 ^{+0,5} мм на длину 110±1 мм.	1,2	0,36	426	176	1,33	1,19	1,49
5	Черновая расточка отверстия ø144H12 мм на длину 90±0,5 мм.	1,0	0,3	428	194	1,32	0,86	1,18
6	Чистовая расточка отверстия ø144,5H10 мм на длину 90±0,5 мм.	0,25	0,15	577	262	1,05	0,151	0,66
7	Тонкая расточка отверстия ø145H9 мм на длину 90±0,5 мм.	0,25	0,15	580	262	1,05	0,151	0,66

Продолжение таблицы 1.17

№ пере- хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/о б	n, об/ми н	V, м/ми н	T _о , мин	Pz, кН	N, кВт
8	Расточить отверстие ø147H14 мм на длину 73±1 мм.	1	0,21	497	229	0,35	0,676	1,18
9	Черновая расточка отверстия ø159,2H12 мм на длину 53±0,3 мм.	2,07	0,36	371	176	1,14	1,94	2,69
10	Чистовая расточка отверстия ø159,6H10 мм на длину 53±0,5 мм.	0,2	0,23	512	257	0,28	0,182	0,78
11	Расточить канавку ø165 ^{+0,63} мм	5	0,27	461	221	0,02	0,421	5,55
12	Расточить канавку глубиной 0,5 ^{+0,1} мм согласно эскизу	0,5	0,27	461	221	0,02	0,421	0,55
13	Расточить фаску 1x45°	1	0,26	416	221	0,02	0,749	1,76
Итого:						10,83	-	
Оп. 015 Токарная с ЧПУ								
2	Точить поверхность ø185±0,5 мм	3,1	0,25	364	211	0,61	2,315	3,14
3	Точить предварительно поверхность 201h12 мм	2,32	0,3	307	194	1,46	1,976	2,39
4	Точить окончательно поверхность ø200,3h10 мм	0,35	0,24	369	232	0,21	0,321	0,24
5	Точить тонко поверхность ø200e8 мм	0,15	0,29	394	247	0,12	0,178	0,73
6	Подрезать торец в размер 44±0,5	1,3	0,3	308	194	2,68	1,154	1,73
7	Точить поверхность ø290h14 мм	0,25	0,28	254	232	1,34	0,264	0,66
8	Точить фаску 6x45°	3,9	0,25	389	211	0,32	2,872	4,1
9	Точить конусную поверхность с углом 45°	2,95	0,3	333	194	0,52	2,474	3,0
10	Точить поверхность ø213h14 мм	3,0	0,3	290	194	0,94	2,514	3,13
11	Подрезать торец в размер 18±0,5	1,3	0,3	290	194	1,86	1,154	1,73
Итого:						10,06	-	

Продолжение таблицы 1.17

№ пере-хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/о б	п, об/ми н	V, м/ми н	T _о , мин	Pz, кН	N, кВт
Оп. 020 Токарная с ЧПУ								
2	Подрезать торец в размер 200±0,5	1,5	0,3	347	194	2,18	1,314	1,25
3	Подрезать торец в размер 54±0,5	1,5	0,3	460	194	1,82	1,314	1,25
4	Расточить внутреннюю полость согласно эскизу, выдержав размеры $\varnothing 150h14$ мм, $\varnothing 180\pm 1$ мм, $\varnothing 220h14$, фаску 1x45°	1,5	0,3	382	194	5,63	1,314	1,25
5	Точить предварительно поверхность $\varnothing 241h12$ мм	3,9	0,25	256	211	1,11	2,872	4,1
6	Точить окончательно поверхность $\varnothing 240,3h10$ мм	0,35	0,24	307	232	0,08	0,321	0,24
7	Точить тонко поверхность $\varnothing 240h7$ мм	0,15	0,34	308	232	0,06	0,199	0,77
8	Точить фаску 1x45°	1	0,3	259	194	0,22	0,909	1,18
9	Точить предварительно канавку $\varnothing 233,7h12$ мм	1,57	0,3	264	194	0,12	1,373	1,44
10	Точить окончательно поверхность $\varnothing 233h10$ мм	0,35	0,24	267	196	0,02	0,444	0,45
11	Точить тонко поверхность $\varnothing 232,6h7$ мм	0,2	0,3	318	232	0,01	0,233	0,9
12	Подрезать торец в размер 15,2±0,5	1,2	0,3	257	194	1,55	1,07	1,46
13	Точить поверхность $\varnothing 290h14$ мм	0,75	0,3	213	194	0,98	0,708	0,29
14	Точить поверхность $\varnothing 230h14$ мм	4,0	0,25	293	211	0,84	2,957	4,4
15	Подрезать торец в размер 14±0,5	1,2	0,3	257	194	1,55	1,07	1,46
16	Точить фаску $\varnothing 280\pm 0,5$ мм	3,6	0,25	293	211	0,24	2,787	3,8
Итого:						16,41	-	
Оп. 025 Сверлильная с ЧПУ								
2	Сверлить центровые отверстия выдержав размер 250±0,575 и угловые размеры согласно эскизу.	1,6	0,04	478 0	75,1	0,96	0,16	1,2

Продолжение таблицы 1.17

№ пере- хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/о б	n, об/ми н	V, м/ми н	T _о , мин	Pz, кН	N, кВт
3	Сверлить центровые отверстия выдержав размер 250±0,575 и угловые размеры согласно эскизу (под конусные отверстия)	1,6	0,04	478 0	75,1	0,12	0,16	1,2
4	Сверлить 13 отв. ø17H14	8,5	0,16	936	50	1,04	5,964	8,97
5	Сверлить 3 отв. под резьбу M12	5	0,14	199 0	59,4	0,12	1,253	5,24
6	Сверлить фаску 1,6x45° в трех отверстиях	1,6	0,3	249 3	94	0,03	0,128	1,2
7	Нарезать резьбу M12 в трех отверстиях	1,75	1,75	300	94	0,96	0,14	1,22
8	Сверлить конусное отверстие согласно эскизу	10,25	0,14	249 3	59,4	0,18	7,222	10,1
9	Повторить переход 18 еще один раз.	10,25	0,14	249 3	59,4	0,18	7,222	10,1
10	Сверлить отв. ø13H14	6,5	0,16	138 0	58,5	0,05	1,805	6,76
12	Сверлить центровое отверстие выдержав размер 105±1	1,6	0,04	478 0	75,1	0,06	0,16	1,2
13	Сверлить отверстие под резьбу M22x1,5	9,5	0,34	149 6	94	0,08	3,543	9,55
14	Цековать отверстие в размер ø32h15 мм	5	0,28	174 1	175	0,02	1,253	5,24
15	Сверлить фаску 1,6x45°	1,6	0,34	149 6	94	0,01	0,128	1,2
16	Нарезать резьбу M22x1,5	1,6	1,5	350	94	0,33	0,128	1,2
18	Сверлить центровое отверстие.	1,6	0,04	478 0	75,1	0,06	0,16	1,2
19	Сверлить отверстие под резьбу K1/8"	4,4	0,14	241 0	60,6	0,07	5,069	4,12
20	Сверлить фаску 1x45°	1	0,14	189 0	59,4	0,01	2,97	1,18
21	Нарезать резьбу K1/8"	0,75	0,94	450	94,1	0,42	0,115	0,18

Продолжение таблицы 1.17

№ пере-хода	Содержание перехода	t, мм	S, мм/о б	n, об/ми н	V, м/ми н	T _о , мин	Pz, кН	N, кВт
23	Сверлить центровые отверстия выдержав размер 250±0,575 и угловые размеры согласно эскизу.	1,6	0,04	478 0	75,1	0,72	0,16	1,2
24	Сверлить центровые отверстия выдержав размер 250±0,575 и угловые размеры согласно эскизу (под конусные отверстия)	1,6	0,04	478 0	75,1	0,18	0,16	1,2
25	Сверлить 9 отв. ø13H14	6,5	0,09	377 0	154	0,72	0,686	6,76
26	Сверлить 3 отв. под резьбу M12	5	0,14	199 0	59,4	0,09	1,253	5,24
27	Фрезеровать фаску 1,6x45° в трех отверстиях	1,6	0,2	131 0	58,5	0,03	0,205	1,2
28	Нарезать резьбу M12 в трех отверстиях	1,75	1,75	300	58,5	0,96	0,226	1,22
29	Сверлить конусное отверстие согласно эскизу	10,25	0,14	249 3	59,4	0,18	7,222	10,1
30	Повторить переход 27 еще два раза.	10,25	0,14	249 3	59,4	0,35	7,222	10,1
Итого:						7,91	-	
Оп. 030 Шлифовальная с ЧПУ								
2	Шлифовать отверстие ø140H7	0,18	37,8	764	28,9	2,53	0,16	0,2
3	Шлифовать отверстие ø160H7	0,18	37,8	764	28,9	2,78	0,16	0,2
Итого:						5,31	-	

1.2 Разработка конструкции

1.2.1 Обоснование и описание конструкции

Приспособление ФЮРА.КС-4871.328.150.001 СБ используется на 015 операции. Базирование детали в приспособлении производится по цилиндру и плоскости. Четыре точки несёт двойная направляющая базирующая плоскость, еще одну – установочная базирующая плоскость. Для закрепления приспособления на станке в основании корпуса приспособления имеются отверстия под установочные винты.

Приспособление состоит из жёсткого корпуса позиции 1, цанги 3, плунжера 2, штока 4.

Зажим осуществляется вращением гайки 8, которая, при перемещении, давит на плунжер 2, который, перемещаясь влево, разжимает лепестки цанги 3. При разжатии цанга 3 зажимает деталь.

1.2.2 Расчет приспособления на точность

Анализ погрешностей базирования проводится для всех размеров обработки на основе ранее приведенных эскизов обработки и выбранной схемы базирования. Согласно [25, стр. 7-10], [26, стр. 443-445], величина погрешности базирования определяется как сумма допусков на размеры детали, связывающие между собой технологическую и измерительную базы, не должна превышать допуск на выполняемый размер, т.е.:

$$[\varepsilon_B] = IT. \quad (1.20)$$

Погрешность базирования равна нулю, т.к. измерительная база (ось детали) совпадает с технологической базой (ось приспособления).

$$\varepsilon_B = 0.$$

Несмотря на то, что приспособления позволяют получить статически определённую и достаточно точную установку обрабатываемой поверхности детали относительно режущего инструмента и тем значительно повысить точность изготовления, обеспечить выполнение размеров, геометрической формы и взаимного расположения поверхностей без погрешности нельзя.

На точность обработки влияет ряд технологических факторов, вызывающих общую погрешность обработки ε , которая не должна превышать допуск IT выполняемого размера при обработке заготовки:

$$\varepsilon \leq IT \quad (1.21)$$

$$\varepsilon = \varepsilon_{уст} + \varepsilon_{обр} + \varepsilon_{пр}; \quad (1.22)$$

где $\varepsilon_{уст}$ - погрешность установки;

$\varepsilon_{обр} = 30\% \cdot IT$ - погрешность обработки;

$\varepsilon_{пр} = 0$ мм - погрешность приспособления (устраняется однократной выверкой приспособления на станке).

$$\varepsilon_{уст} = \varepsilon_{баз} + \varepsilon_3 + \varepsilon_{п}; \quad (1.23)$$

где $\varepsilon_{баз} = 0$ мм - погрешность базирования;

$\varepsilon_3 = 0,01$ - погрешность закрепления;

$\varepsilon_{п}$ - погрешность положения предмета обработки в станочном приспособлении.

$$\varepsilon_{п} = \varepsilon_{yc} + \varepsilon_c + \varepsilon_{и}; \quad (1.24)$$

где $\varepsilon_{yc} = 0,005$ - погрешность изготовления приспособления по выбранному параметру, зависящая от погрешностей изготовления и сборки установочных и других элементов приспособления;

$\varepsilon_c = 0,01$ - погрешность расположения приспособления на станке;

$\varepsilon_{и} = 0$ - погрешность расположения заготовки, возникающая в результате изнашивания элементов приспособления (устраняется поднастройкой);

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\Pi} &= 0,005 + 0,01 + 0 = 0,015 \text{ мм,} \\ \varepsilon_{\text{уст}} &= 0 + 0,01 + 0,015 = 0,025 \text{ мм,} \\ \varepsilon_{\text{обр}} &= 30\% \cdot 0,046 = 0,014 \text{ мм,} \\ \varepsilon &= 0,025 + 0,014 + 0 = 0,039; \\ \varepsilon &= 0,039 < IT = 0,046 \end{aligned}$$

Анализ результатов показывает, что при расчёте вероятностным методом условие точности выполняется.

1.2.3 Расчёт силы зажима изделия

Максимальная из сил резания на данной операции:

$$P_z = 2,872 \text{ кН.}$$

На рисунке 1.25 приведена схема силового замыкания [27, стр. 47-53].

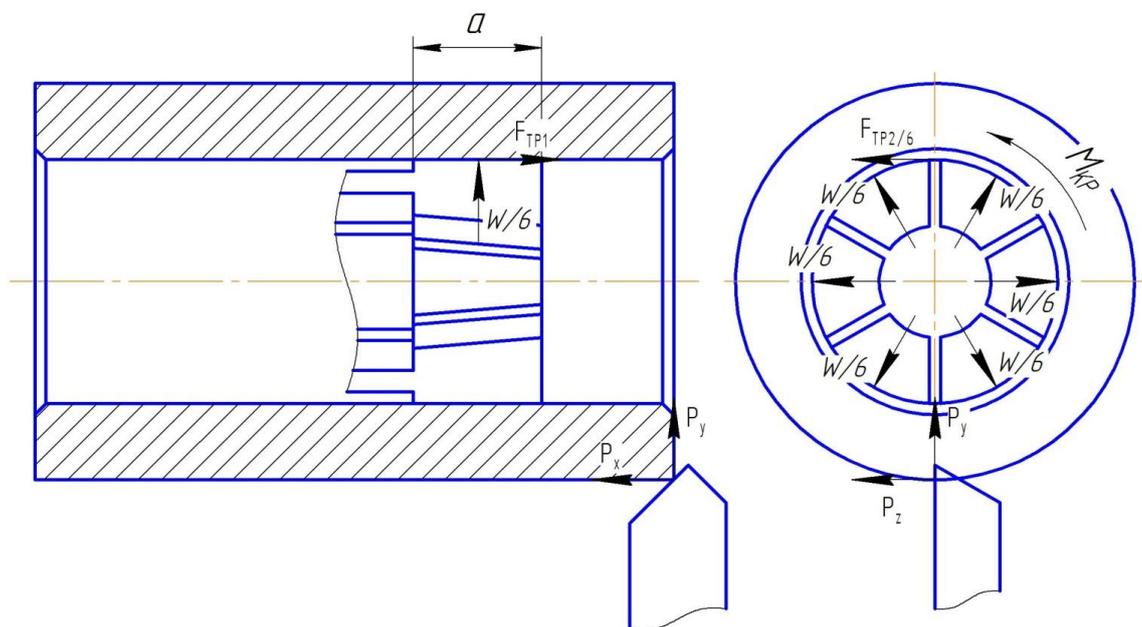


Рисунок 1.25 - Схема силового замыкания

Поскольку заготовка упирается в упор приспособления, рассматривать вероятность смещения заготовки в осевом направлении (по оси X) не требуется.

Рассмотрим вероятность смещения заготовки в плоскости торца в процессе резания. Составляющая силы резания P_z при обтачивании могут повернуть заготовку по часовой стрелке. Заготовка удерживается в равновесии силами трения между каждым лепестком цангового патрона и поверхностью заготовки $F_{\text{тр}2/6}$.

Уравнение равновесия моментов сил в процессе обработки заготовки для всех лепестков патрона будет иметь вид:

$$K \cdot P_z \cdot \frac{d}{2} = F_{\text{тр}2} \cdot \frac{D}{2}, \quad (1.25)$$

где $d = 291$ мм – диаметр поверхности обработки,

$D = 139,6$ мм – диаметр поверхности зажима,

K - коэффициент запаса, учитывающий надёжность закрепления. В работах учебного характера величину K допускается принимать в диапазоне от 2,5 до 3,5. В данном примере $K = 2,7$;

$$F_{\text{ТР2}} = W_1 \cdot f, \quad (1.26)$$

где f - коэффициент трения между кулачками и поверхностью заготовки. При закреплении в патроне с гладкими кулачками $f = 0,16$.

Откуда сила зажима будет определена из зависимости:

$$W_1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d}{f \cdot D}, \quad (1.27)$$

Поскольку расточка производится за несколько проходов, на которых силы резания различны, расчет будем производить для самого неблагоприятного варианта обработки, где сила наибольшая. Силы резания на всех переходах были определены ранее, максимальная из них $P_z = 2,957 \text{ кН}$.

$$W_1 = \frac{2,7 \cdot 2,872 \cdot 291}{0,16 \cdot 139,6} = 101,026 \text{ кН}.$$

Силовой привод используется для создания необходимой силы тяги Q , достаточной для обеспечения силы зажима заготовки W .

Поскольку работа толкателя совместно с лепестками цанги патрона представляет собой передачу перемещений тип «клин», рассмотрим силы возникающие на поверхности клина. На рисунке 1.26 приведена схема сил, возникающих на поверхности клина

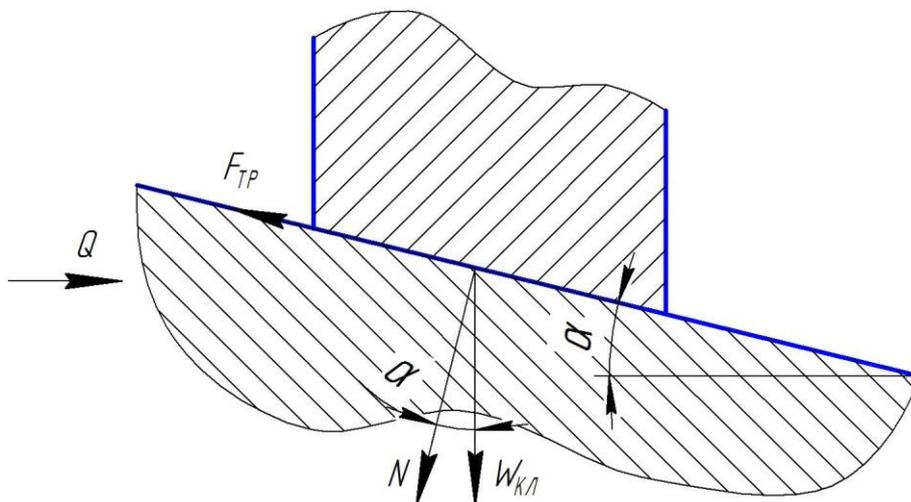


Рисунок 1.26 - Схема сил клина.

На рисунке 9: N – нормальная сила на наклонной плоскости, $F_{\text{ТР}}$ – сила трения на наклонной плоскости, $W_{\text{кЛ}}$ – нормальная реакция основания.

Условие равновесия клина (с учетом всех шести мест контакта цангового патрона):

$$Q \leq 6 \cdot F_{\text{ТР}} \cdot \cos \alpha, \quad (1.28)$$

$$F_{\text{ТР}} = N \cdot f, \quad (1.29)$$

$$N = W_{\text{кЛ}} \cdot \cos \alpha, \quad (1.30)$$

Таким образом условие равновесия клина:

$$6 \cdot W_{\text{кл}} \cdot f, \quad Q \leq \quad (1.31)$$

Согласно рекомендациям [28, стр. 153-159], [29, стр. 231-237], для нормальной работы приспособления должна обеспечиваться сила зажима W_1 . Поэтому нормальная реакция основания клина $W_{\text{кл}}$ определяется как 1/6 часть силы зажима W_1 , т.е.:

$$W_{\text{кл}} = \frac{W_1}{6}, \quad (1.32)$$

Таким образом условие зажима заготовки при обработке:

$$Q \leq W_1 \cdot f, \quad (1.33)$$

$$Q \leq 101,027 \cdot 0,16 = 16,164 \text{ кН}$$

Номинальный (наружный) диаметр резьбы винта d :

$$d = C \sqrt{\frac{Q}{[\sigma]}}, \quad (1.34)$$

где C - коэффициент, для основной метрической резьбы $C = 1,4$;

$[\sigma]$ - допускаемое напряжение растяжения (сжатия) для материала винта.

Для винтов из стали 45 с учетом износа $[\sigma] = 80 - 90$ МПа.

$$d = 1,4 \cdot \sqrt{\frac{16164}{85}} = 19,306 \text{ мм}$$

Согласно расчетному значению, возможно применение стандартного диаметра резьбы винта и гайки М20, однако, для уменьшения длины рукоятки зажимного ключа примем стандартный диаметр резьбы винта и гайки М22.

Момент открепления винтового зажимного устройства:

$$M' = r_{\text{пр}} \cdot P_{\text{зв}} \cdot \text{tg}(\varphi' + \alpha) + M_{\text{тр}}, \quad (1.35)$$

где: $r_{\text{пр}}$ - приведенный радиус кольцевого торца гайки,

$M_{\text{тр}}$ - Момент трения на опорном торце гайки,

$\varphi' = 9,33^\circ$ - коэффициент трения покоя в резьбе,

$\alpha = 3^\circ$ - угол подъема витка резьбы,

Приведенный радиус кольцевого торца гайки:

$$r_{\text{пр}} = \frac{D^3 - d^3}{3(D^2 - d^2)}, \quad (1.36)$$

где $D = 32,3$ мм - наружный диаметр кольцевого торца гайки.

$$r_{\text{пр}} = \frac{32,3^3 - 22^3}{3 \cdot (32,3^2 - 22^2)} = 13,738 \text{ мм} = 0,014 \text{ м}$$

Момент трения на опорном торце гайки:

$$M_{\text{тр}} = r_{\text{пр}} \cdot P_{\text{зв}} \cdot f, \quad (1.37)$$

$$M_{\text{тр}} = 0,014 \cdot 16164 \cdot 0,16 = 16,207 \text{ Нм.}$$

$$M' = 0,014 \cdot 16164 \cdot \text{tg}(9,33 + 3) + 16,207 = 45,75 \text{ Нм}$$

Длина рукоятки ключа:

$$L = M' / F_{\text{ПР}}, \quad (1.38)$$

где $F_{\text{ПР}} = 150\text{Н}$ – сила воздействия рабочего при ручном зажиме

$$L = \frac{45,75}{150} = 0,305\text{м}$$

Цанговый патрон работает как силовой механизм с трением по наклонной поверхности.

При любом угле скоса а зажатый клин стремится вытолкнуть сила обратного действия $P_{\text{од}}$, которая является горизонтальной составляющей нормальной реакции N (W – ее вертикальная составляющая).

Условие равновесия клина:

$$P_{\text{ОБ}} \leq F \cdot \cos\alpha + F_1 \quad (1.39)$$

где: F – сила трения на наклонной плоскости;

F_1 – сила трения на основании клина.

$$F = N \cdot \text{tg}\varphi, \quad (1.40)$$

Величина нормальной реакции на основании клина:

$$W_1 = W \cdot (1 + \text{tg}\varphi \cdot \text{tg}\alpha), \quad (1.41)$$

$$F_1 = W \cdot \text{tg}\varphi, \quad (1.42)$$

Для предельного случая, когда клин переходит в не самотомозящий:

$$P_{\text{ОБ}} = W \cdot \text{tg}\alpha, \quad (1.43)$$

Подставив значения $P_{\text{од}}$, F , F_1 в условие предельного случая самоторможения:

$$W \cdot \text{tg}\alpha = W \cdot \text{tg}\varphi + W \cdot \text{tg}\varphi_1 \cdot (1 + \text{tg}\varphi \cdot \text{tg}\alpha), \quad (1.44)$$

$$\text{tg}\alpha = \text{tg}\varphi + \text{tg}\varphi_1 + \text{tg}\varphi_1 \cdot \text{tg}\varphi \cdot \text{tg}\alpha, \quad (1.45)$$

При малых углах а слагаемое $\text{tg}\varphi_1 \cdot \text{tg}\varphi \cdot \text{tg}\alpha \rightarrow 0$, тогда

$$\alpha = \varphi + \varphi_1, \quad (1.46)$$

Для клина с трением только по одной плоскости – наклонной ($\varphi_1 = 0$):

$$\alpha = \varphi, \quad (1.47)$$

При этом для нормальной работы патрона (препятствие самозаклиниванию) необходимо чтобы:

$$\alpha > \varphi, \quad (1.48)$$

$$\varphi = \text{arctgf}, \quad (1.49)$$

При $f = 0,16$

$$\varphi = \text{arctg}(0,16) = 9,090^\circ.$$

1.3 Организационное проектирование

1.3.1 Нормирование технологического процесса

Нормирование технологического процесса проводится по рекомендациям [30] и [31].

Норма времени:

$$T_{\text{ШТ-К}} = T_{\text{ШТ}} + \frac{T_{\text{П-З}}}{n}, \quad (1.50)$$

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

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

$T_{П-3}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Для станков с ЧПУ:

$$T_{ШТ} = (T_{ЦА} + T_{В} \cdot K_{ЦВ}) \cdot \left(1 + \frac{A_{ОБС} + A_{ОТД}}{100}\right), \quad (1.51)$$

где $T_{ЦА} = T_{О} + T_{МВ}$, - время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$T_{О}$ – основное время на обработку одной детали, мин;

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

$T_{В}$ – вспомогательное время, мин;

$K_{ЦВ}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

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

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

$T_{В} = T_{УСТ} + T_{ОПЕР} + T_{ИЗМ}$, мин, где

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

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

$T_{ИЗМ}$ – время на измерение, мин.

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

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

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

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

Результаты нормирования приведены в таблице 1.18.

Таблица 1.18 – Нормирование технологического процесса.

№ оп	Содержание работы	Время, мин
005	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>1,63</p> <p>0,2</p> <p>0,32</p> <p>0,3</p> <p>1,0</p> <p>0,82</p> <p>10%</p> <p>27</p> <p>2,695</p> <p>4,283</p>

Продолжение таблицы 1.18

№ оп	Содержание работы	Время, мин
010	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>10,83</p> <p>0,4</p> <p>0,32</p> <p>0,4</p> <p>1,0</p> <p>1,22</p> <p>10%</p> <p>27</p> <p>13,255</p> <p>14,843</p>
015	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>10,06</p> <p>0,4</p> <p>0,32</p> <p>0,4</p> <p>1,0</p> <p>1,22</p> <p>10%</p> <p>27</p> <p>12,408</p> <p>13,996</p>

Продолжение таблицы 1.18

№ оп	Содержание работы	Время, мин
020	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>16,41</p> <p>0,5</p> <p>0,32</p> <p>0,5</p> <p>1,0</p> <p>1,32</p> <p>10%</p> <p>27</p> <p>19,503</p> <p>21,091</p>
025	<p>Сверлильная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время: время, связанное с операцией время на установку и снятие изделия машинно-вспомогательное время по программе Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы</p> <p>Штучное время</p> <p>Штучно-калькуляционное время</p>	<p>7,91</p> <p>0,4</p> <p>0,32</p> <p>0,3</p> <p>1,0</p> <p>1,02</p> <p>10%</p> <p>27</p> <p>9,823</p> <p>11,411</p>

Продолжение таблицы 1.18

№ оп	Содержание работы	Время, мин
030	Шлифовальная с ЧПУ	
	1. Основное время	5,31
	2. Вспомогательное время:	
	время, связанное с операцией	0,3
	время на установку и снятие изделия	0,40
	машинно-вспомогательное время по программе	0,30
	Коэффициент на вспомогательное время	1,0
	Суммарное вспомогательное время	1,0
	3. Время на обслуживание рабочего места, время перерывов на отдых и личные надобности	14%
	5. Подготовительно-заключительное время на партию, на наладку станка, инструмента и приспособлений, на дополнительные приёмы	27
Штучное время	7,193	
Штучно-калькуляционное время	8,782	

1.3.2 Расчет потребляемого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Согласно рекомендациям [32, стр. 53-68], расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (1.52)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n, \quad (1.53)$$

где F_n – номинальный годовой фонд времени работы оборудования, час;

$K_n = 0,97$ – коэффициент, учитывающий потери времени при ремонте оборудования.

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{зо} = \frac{C_p}{C_{п}} \cdot 100, \quad (1.54)$$

где $C_{п}$ – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 1.19:

Таблица 1.19 - Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	T _{шт-к} , мин	C _р	C _п	K _{зо} , %
005	4,283	0,153	1	15,3
010	14,843	0,493	1	49,3
015	13,996	0,45	1	45
020	21,091	0,675	1	67,5
025	11,411	0,387	1	38,7
030	8,782	0,232	1	23,2

Средний коэффициент загрузки K_{зо. ср.} = 39,833%.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры. На рисунке 1.27 приведён график загрузки оборудования:

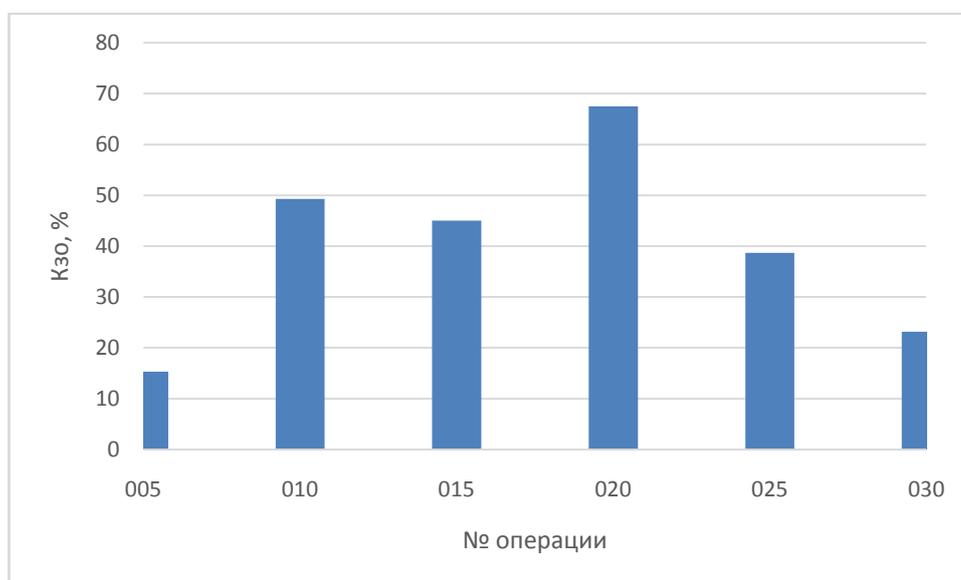


Рисунок 1.27 - График загрузки оборудования

1.3.3 Определение численности рабочих

Расчет производился по методическим указаниям [21, стр.68 -73].

Количество производственных рабочих рассчитывается на основе общей трудоёмкости изготовления изделия по формуле:

$$P = \frac{N \cdot \sum T_{шт-к-i}}{60 \cdot F_{др} \cdot K_M}$$

где K_М = 1,4 – коэффициент многостаночного обслуживания, для мелкосерийного производства.

Таблица 1.20 – Количество производственных рабочих

№ операции	T _{шт-к} , мин	P	P _п
005	4,283	0,109	1
010	14,843	0,352	1
015	13,996	0,321	1
020	21,091	0,482	1
025	11,411	0,276	1
030	8,782	0,165	1
Итого:			6

Число вспомогательных рабочих составляет (18 – 25)% от количества производственных рабочих, инженерно-технических работников – (11 – 13)%; служащих – (4 – 5)%; младшего обслуживающего персонала – (2 – 3)% от общего количества производственных и вспомогательных рабочих. При этом нижние пределы соответствуют мелкосерийному типу производства, а верхние – крупносерийному типу производства.

Сводная ведомость округленной до целого числа численности персонала работающих составляется по форме таблицы 1.21.

Таблица 1.21 - Сводная ведомость работающих

Наименование профессий	Количество работающих
Производственные рабочие	6
Вспомогательные рабочие	2
Инженерно-технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Итого работающих	11

**2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ,
РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ**

Студент гр.10А41

(Подпись)

И.С Коваль

(Дата)

Консультант
ассистент, кафедры
ЭиАСУ

(Подпись)

Д.Н. Нестерук

(Дата)

Нормоконтроль,
ассистент, кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

2.1 Расчёт объёма капитальных вложений

Целью экономической части является расчет себестоимости детали («Корпус» ФЮРА.КС-4871.328.150.001) при заданном объёме производства 350 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Норма расхода материала – 27,3 кг;

Чистый вес – 24,5 кг;

Материал – Сталь 35ГЛ ГОСТ 977-88;

Годовой объем выпуска – 350 шт.

Расчет экономической части производим по методике, изложенной в [33].

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

Стоимость технологического оборудования представляет собой сумму произведения количества оборудования и его цены по всем операциям технологического процесса:

$$K_{ТО} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i, \quad (2.1)$$

где m – количество операций технологического процесса;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением операций;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением операций.

Стоимость технологического оборудования приведена в таблице 2.1. Стоимость оборудования принята согласно [35].

Таблица 2.1 – Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб	Q_i , шт	$K_{ТОi}$, руб.
005	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000	4500000	1	19500000
010	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000	4500000	1	19500000
015	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000	4500000	1	19500000
020	Токарный станок с ЧПУ фирмы DMG модели CTX beta 2000	4500000	1	19500000
025	Вертикальный многоцелевой станок с ЧПУ фирмы DMG модели DMU 80 eVo	2700000	1	12500000

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Модель станка	Ц _i , руб	Q _i , шт	К _{ТОi} , руб.
030	Вертикальный многоцелевой станок с ЧПУ фирмы DMG модели Vertical Mate 35	1800000	1	9500000
Итого:				100000000

2.1.2 Стоимость вспомогательного оборудования

К вспомогательному оборудованию отнесем машины и оборудование (генераторы, двигатели, прессы, вычислительная техника, лабораторное оборудование, транспортные средства и т.д.), неучтенное в стоимости основного технологического оборудования п.1.1, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

Стоимость вспомогательного оборудования определяется приближенно – 30% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{BO} = K_{ТО} \cdot 0,3, \quad (2.2)$$

$$K_{BO} = 100000000 \cdot 0,3 = 30000000 \text{руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений и инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию устанавливается приближенно в размере от 10 до 15% от стоимости технологического оборудования.

В данном случае учитывается стоимость:

- инструментов всех видов (режущие, мерительные) и прикрепляемые к машинам приспособления для обработки изделия (зажимы, тиски и т.д.);

- производственного инвентаря для обеспечения производственных процессов (рабочие столы, верстаки, инвентарь для хранения жестких и сыпучих тел, охраны труда и т.д.);

- хозяйственного инвентаря (шкафы, столы, инвентарь конторского назначения и т.д.).

$$K_{ИИ} = K_{ТО} \cdot 0,15, \quad (2.3)$$

$$K_{ИИ} = 100000000 \cdot 0,15 = 15000000 \text{руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_{П} = C_{ПП} + C_{ПВ}, \quad (2.4)$$

C_{ПП} – балансовая стоимость производственных (основных) помещений, руб;

C_{ПВ} – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Данные о балансовой стоимости производственных (основных) и вспомогательных помещений взяты в экономическом отделе предприятия ООО «Юргинский машзавод».

$$C_{\Pi} = 1450000 + 800000 = 2250000 \text{руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{N_{\text{М}} \cdot N \cdot C_{\text{М}}}{360} \cdot T_{\text{ОБМ}}, \quad (2.5)$$

где $N_{\text{М}} = 27,3$ кг/ед – норма расхода материала;

$C_{\text{М}} = 32,5$ руб./кг, – цена материала;

$T_{\text{ОБМ}}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях. Принимаю $T_{\text{ОБМ}} = 30$ дней.

$$K_{\text{ПЗМ}} = \frac{27,3 \cdot 350 \cdot 32,5}{360} \cdot 30 = 25878,13 \text{руб.}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства ($K_{\text{НЗП}}$) определяется из следующего выражения:

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{N \cdot T_{\text{Ц}} \cdot C' \cdot k_{\text{Г}}}{360}, \quad (2.6)$$

где $T_{\text{Ц}}$ – длительность производственного цикла, дни;

$k_{\text{Г}}$ – коэффициент готовности.

Себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов определяется по формуле:

$$C' = \frac{N_{\text{М}} \cdot C_{\text{М}}}{k_{\text{М}}}, \quad (2.7)$$

где $k_{\text{М}}$ – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия, (равный от 0,8 до 0,85).

Принимаю $k_{\text{М}} = 0,825$

$$C' = \frac{27,3 \cdot 32,5}{0,825} = 1075,46 \text{руб.}$$

Коэффициент готовности:

$$k_{\text{Г}} = (k_{\text{М}} + 1) \cdot 0,5, \quad (2.8)$$

$$k_{\text{Г}} = (0,825 + 1) \cdot 0,5 = 0,913$$

Длительность производственного цикла

$$T_{\text{Ц}} = \frac{\sum T_{\text{ШТ-Кі}}}{60 \cdot 8}, \quad (2.9)$$

$$T_{\text{Ц}} = \frac{4,283 + 14,843 + 13,966 + 21,091 + 11,411 + 8,782}{60 \cdot 8} = 0,155 \text{дня,}$$

$$K_{\text{НЗП}} = \frac{350 \cdot 0,155 \cdot 1075,455 \cdot 0,913}{360} = 147,97 \text{руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{\text{ГП}} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{\text{ГП}}, \quad (2.10)$$

где $T_{\text{ГП}}$ – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях. Принимаем $T_{\text{ГП}} = 30$ дней.

$$K_{\text{ГП}} = \frac{1075,455 \cdot 350}{360} \cdot 30 = 31367,44 \text{руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{B_{\text{РП}}}{360} \cdot T_{\text{ДЗ}}, \quad (2.11)$$

где $B_{\text{РП}}$ – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб;

$T_{\text{ДЗ}}$ – продолжительность дебиторской задолженности, дней. Принимаю $T_{\text{ГП}} = 10$ дней.

Выручка от реализации продукции на данном этапе расчета устанавливается приближенным путем:

$$B_{\text{РП}} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{P}{100}\right), \quad (2.12)$$

где $p = 15 \dots 20\%$ – рентабельность продукции.

$$B_{\text{РП}} = 1075,455 \cdot 350 \cdot \left(1 + \frac{17,5}{100}\right) = 442280,87 \text{руб.}$$

$$K_{\text{ДЗ}} = \frac{442280,87}{360} \cdot 10 = 12285,58 \text{руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приближенно принимается 10% от суммы материальных оборотных средств:

$$C_{\text{ОБС}} = K_{\text{ПЗМ}} \cdot 0,10, \quad (2.13)$$

$$C_{\text{ОБС}} = 25878,13 \cdot 0,10 = 2587,81 \text{руб.}$$

2.2 Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции

2.2.1 Основные материалы за вычетом реализуемых отходов

Затраты на основные материалы рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{М}} = N \cdot (C_{\text{М}} \cdot N_{\text{М}} \cdot K_{\text{ТЗР}} - C_{\text{О}} \cdot N_{\text{О}}), \quad (2.14)$$

где $K_{ТЗР} = 1$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов;

C_0 – цена возвратных отходов;

H_0 – норма возвратных отходов.

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_0 = m_3 - m_d, \quad (2.15)$$

где m_3 – масса заготовки, кг;

m_d – масса изделия, кг.

$$H_0 = 27,3 - 24,5 = 2,8 \text{ кг},$$

$$C_M = 350 \cdot (32,5 \cdot 27,3 \cdot 1 - 31,84 \cdot 2,8) = 279334,30 \text{ руб.}$$

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{30} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{штi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot K_p \cdot N, \quad (2.16)$$

где m – количество операций технологического процесса;

$t_{штi}$ – норма времени на выполнение i -ой операции, мин/ед;

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, на ООО «Юргинский машиностроительный завод» в 2018 г., руб./час;

$k_n \approx 1,5$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты;

$K_p = 1,3$ – районный коэффициент.

Таблица 2.2 – Расчёт фонда заработной платы

Профессия рабочего	$t_{штi}$, мин	Разряд	Коли- чество	$C_{часi}$, руб.	C_{30i} , руб.
Токарь с ЧПУ	2,695	4	1	33,15	1016,23
Токарь с ЧПУ	13,255	4	1	33,15	4998,21
Токарь с ЧПУ	12,408	4	1	33,15	4678,82
Токарь с ЧПУ	19,503	4	1	33,15	7354,22
Сверловщик с ЧПУ	9,823	3	1	31,15	3480,6
Шлифовальщик с ЧПУ	7,193	3	1	31,15	2548,7
Итого:					24076,78

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисление на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{30} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2), \quad (2.17)$$

α_1 – обязательные социальные отчисления, ($\alpha_1 = 0,3$);

α_2 – социально страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, ($\alpha_2 = 0,003 \dots 0,017$).

$$C_{осо} = 42171,03 \cdot (0,3 + 0,12) = 7511,96 \text{ руб.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

Годовая норма амортизации рассчитывается по формуле:

$$a_{ни} = \frac{1}{T_0} \cdot 100, \quad (2.18)$$

где $T_0 = 12$ – срок службы оборудования

$$a_{ни} = \frac{1}{12} \cdot 100 = 8,333$$

Сумма амортизации определяется по формуле:

$$A_{ч} = \sum_{i=1}^n \frac{Ц_i \cdot a_{ни}}{F_D \cdot K_{ВРi}}, \quad (2.19)$$

где $A_{ч}$ – сумма амортизации, руб;

$K_{ВРi}$ – коэффициент загрузки i -го оборудования по времени.

Расчёт амортизационных отчислений оборудования представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Расчёт амортизационных отчислений оборудования

№ операции	$K_{ВРi}, \%$	$Ц_i$, руб.	$a_{ни}, \%$	A , руб.
5	15,3	19500000	8,333	429,98
10	49,3	19500000	8,333	133,44
15	45	19500000	8,333	146,19
20	67,5	19500000	8,333	97,46
25	38,7	12500000	8,333	108,97
30	23,2	9500000	8,333	138,15
Амортизационные отчисления для всех станков:				1054,19

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

Расчет амортизации эксплуатируемых площадей производится аналогично линейным методом. Срок службы зданий и сооружений от 30 до 50 лет.

$$a_{ни} = \frac{1}{50} \cdot 100 = 2$$

В таблице 2.4 приведены результаты расчёта амортизационных отчислений зданий.

Таблица 2.4– Расчёт амортизационных отчислений зданий

Помещение	$Ц_i$, руб.	$a_{ни}, \%$	$A_{чi}$, руб.
Производственное	1450000	2	117,41
Вспомогательное	800000	2	64,78
Амортизационные отчисления для всех станков:			182,19

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Отчисления в ремонтный фонд рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{чр}} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{\text{ми}} \cdot R_{\text{ми}} + \omega_{\text{эи}} \cdot R_{\text{эи}})}{T_{\text{рц}} \cdot \beta_{\text{м}} \cdot \beta_{\text{тп}} \cdot \beta_{\text{р}} \cdot \beta_{\text{т}}} + t_{\text{р.эл}} \cdot C_{\text{р.эл}}, \quad (2.20)$$

где $R_{\text{ми}}$ и $R_{\text{эи}}$ – группы ремонтпригодности механической и электрической части i -го оборудования соответственно;

$\omega_{\text{ми}}$ и $\omega_{\text{эи}}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящиеся на единицу i -ой ремонтной техники;

$T_{\text{рц}}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования;

$\beta_{\text{м}}, \beta_{\text{тп}}, \beta_{\text{р}}, \beta_{\text{т}}$ – коэффициенты, влияющие на длительность ремонта соответственно обрабатываемого материала, типа производства, значений параметров оборудования, массы станка;

$t_{\text{р.эл}}$ – трудоёмкость ремонта электронной части станков, Н/ч;

$C_{\text{р.эл}}$ – стоимость ремонта.

В таблице 2.5 приведены результаты расчета затрат на ремонт оборудования по технологическому процессу.

Таблица 2.5 – Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{\text{р.эл}}$, н/ч	$R_{\text{ми}}$, руб.	$R_{\text{эи}}$, руб.	$\omega_{\text{ми}}$, н.ч.	$\omega_{\text{эи}}$, н.ч.	$C_{\text{чр}}$, руб/час.
005	90	12	14	35,3	50,8	17013,20
010	90	12	14	35,3	50,8	17013,20
015	90	12	14	35,3	50,8	17013,20
020	90	12	14	35,3	50,8	17013,20
025	80	11	12	33,2	41,8	14235,90
030	80	11	12	33,2	41,8	14235,90
Суммарные затраты на ремонт всех станков:						96524,60

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяются по формуле:

$$C_{\text{сож}} = n \cdot N \cdot g_{\text{ох}} \cdot c_{\text{ох}}, \quad (2.21)$$

где $g_{\text{ох}} = 0,03$ кг/дет – средний расход охлаждающей жидкости для одного станка;

$c_{\text{ох}} = 15$ руб/кг (по данным ООО «Юргинский машзавод») – средняя стоимость охлаждающей жидкости.

$$C_{\text{СОЖ}} = 6 \cdot 350 \cdot 0,03 \cdot 15 = 945 \text{руб.}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{ВОЗД}} = \left(\frac{g_{\text{ВОЗД}} \cdot \Phi_{\text{ВОЗД}} \cdot N}{60} \right) \cdot \sum t_{oi}, \quad (2.21)$$

где $g_{\text{ВОЗД}} = 0,7 \text{ м}^3/\text{ч}$ – расход сжатого воздуха;

$\Phi_{\text{ВОЗД}}$ – стоимость сжатого воздуха.

$$C_{\text{ВОЗД}} = \left(\frac{0,7 \cdot 0,18 \cdot 350}{60} \right) \cdot 52,15 = 38,33 \text{руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчёт затрат на электроэнергию:

$$C_{\text{чЭ}} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_d \cdot K_N \cdot K_{\text{ВР}} \cdot K_{\text{ОД}} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot C_{\text{Э}}, \quad (2.22)$$

где N_{yi} – установленная мощность электродвигателей оборудования, занятого выполнением i -ой операции, кВт;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности и времени;

$K_{\text{ВР}}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей;

K_{ω} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода;

η – КПД оборудования;

$C_{\text{Э}} = 4,41 \text{ руб}$ – средняя разность стоимости электроэнергии руб.

В таблице 2.6 приведены результаты расчета затрат на ремонт оборудования по технологическому процессу.

Таблица 2.6 – Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{\text{чЭ}i}$, руб.
005	45	42220,11
010	45	42220,11
015	45	42220,11
020	45	42220,11
025	25	23455,61
030	15	14073,37
Затраты на электроэнергию для всех операций:		206409,42

2.2.8 Затраты на инструменты, приспособления и инвентарь

Стоимость инструментов и инвентаря ($K_{ин} = 200000$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому они учитываются как плановые и включаются в себестоимость произведенной продукции. На предприятиях затраты такого плана рассчитываются по факту приобретения и учитываются в себестоимости с учетом срока износа.

2.2.9 Расчет заработной платы вспомогательных рабочих

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$C_{ЗВР} = \sum_{i=1}^k C_{ЗМj} \cdot Ч_{ВРj} \cdot 12 \cdot K_{nj} \cdot K_{Pj}, \quad (2.23)$$

где k – количество вспомогательных рабочих;

$Ч_{ВРj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии;

$C_{ЗМj}$ – месячная тарифная ставка рабочего соответствующего разряда;

$K_{nj} = 1,2$ – коэффициент, учитывающий премии и доплат для вспомогательных рабочих;

$K_{Pj} = 1,3$ – районный коэффициент.

Таблица 2.7 – Заработная плата вспомогательных рабочих

Наименование профессий	Количество работающих	$C_{ЗМj}$, руб/ч	$C_{ЗВРj}$, руб
Вспомогательные рабочие	2	750	28080
Инженерно-технические работники	1	800	14976
Служащие	1	900	16848
Младший обслуживающий персонал	1	1050	19656
Итого:			79560

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{ОВР} = C_{ЗВР} \cdot 0,3 \quad (2.24)$$

$$C_{ОВР} = 79560 \cdot 0,3 = 23868 \text{ руб/год.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

$$C_{ЗАУП} = \sum_{i=1}^k C_{ЗУПj} \cdot Ч_{АУПj} \cdot 12 \cdot K_{Pj} \cdot K_{ППД}, \quad (2.25)$$

где $Ч_{АУПj} = 2$ чел. – численность работников административно-управленческого персонала должности, чел;

$C_{ЗУПj} = 1500$ руб. – месячная оклад работника административно-управленческого персонала, руб;

$K_{ППД} = 1,3$ – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

$$C_{\text{ЗАУП}} = 1500 \cdot 2 \cdot 12 \cdot 1,2 \cdot 1,3 = 56160 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала рассчитывается по формуле (2.24):

$$C_{\text{ОВР}} = C_{\text{ЗАУП}} \cdot 0,30, \quad (2.26)$$

$$C_{\text{ОВР}} = 56160 \cdot 0,30 = 16848 \text{ руб./год.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие затраты входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления в специальные фонды, платежи по обязательному страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, спец одежда рабочих, вознаграждения за изобретательства и рационализацию, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{\text{ПРОЧ}} = ПЗ \cdot N \cdot 0,7, \quad (2.27)$$

где ПЗ – прямые затраты единицы продукции, руб.

$$C_{\text{ПРОЧ}} = 343,87 \cdot 350 \cdot 0,7 = 84248,15 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Себестоимость изготовления данной детали по базовому технологическому процессу составляет ориентировочно 6539,43 руб., а себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых и косвенных затрат на одну деталь: 3123,79 руб. При данной годовой программе выпуска изделия (350 шт.) и разработанном производственном процессе предполагаемая прибыль составит 1232798 руб. в год.

Все затраты по элементам приведены в таблице 2.7

Таблица 2.7 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	935,68	327488
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	798,1	279334
заработная плата производственных рабочих	68,79	24076,8
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	68,79	24076,8
Косвенные затраты:	2188,11	765838
амортизация оборудования предприятия	3,01	1054,19
арендная плата или амортизация эксплуатируемых помещений	0,52	182,19
отчисления в ремонтный фонд	275,78	96524,6
вспомогательные материалы на содержание оборудования	2,81	983,33

затраты на силовую электроэнергию	589,74	206409
инструмент, приспособления, инвентарь	571,43	200000
заработная плата вспомогательных рабочих	227,31	79560
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	68,19	23868
заработная плата административно-управленческого персонала	160,46	56160
отчисление на социальные цели административно-управленческого персонала	48,14	16848
прочие расходы	240,71	84248,2
Итого:	3123,79	1093326

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А41

(Подпись)

И.С Коваль

(Дата)

Руководитель
к.т.н., доцент

(Подпись)

С.А. Солодский

(Дата)

Нормоконтроль,
ассистент, кафедры ТМС

(Подпись)

П.А Чазов

(Дата)

3.1 Описание рабочего места

В ходе данного технологического процесса обрабатывается деталь «Корпус» ФЮРА.КС-4871.328.150.001.

Материалом штока является сталь 35ХЛ ГОСТ 977-88. Масса детали составляет 24,5 кг, масса заковки – 27,3 кг.

В производстве в соответствии с ГОСТ 12.3.020.-80 перемещение грузов массой более 20 кг в технологическом процессе должно производиться с помощью подъемно-транспортных устройств или средств механизации. Для женщин введены нормы предельно допустимых масс грузов при подъеме и перемещении тяжестей или вручную: при подъеме и перемещении тяжестей постоянно в течении смены – 10 кг. Т. о. женщин для обработки данных деталей привлекать не будем. Для установки заготовки на станок требуются подъемно-транспортные устройства, в данном случае принимается кран-укосина – 0,5 т ГОСТ 33171-2014.

Корпус изготавливается на токарном, фрезерном и шлифовальном оборудовании. Данные оборудования характеризуются большим выделением:

1. Стружки, поэтому необходимо применить решения по удалению стружки из рабочей зоны станков.

2. Тепла, поэтому необходимо возникает необходимость предусматривать смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

Обработка в основном ведётся на станках с ЧПУ, которые расположены таким образом, чтобы на участке около 100 м² максимально уменьшить встречный и перекрещивающийся грузопотоки деталей. Ограждения поставлены между станками от летящей стружки. Для рабочих станочники в качестве средств защиты от стружки предусмотрен очки. Уборка стружки руками запрещается. На универсальных станках удаление стружки должно производиться соответствующими приспособлениями (крючками, щетками).

Все двигающиеся части: зубчатые колеса, валы, вращающиеся детали и т.д, представляющие собой опасность для рабочих, должны быть заблокированы с концевыми выключателями так, чтобы при незакрепленном ограждении станок не выключался или во время работы станка при снятии или отключении ограждения – станок отключается.

На станках с ЧПУ такие движения как подвод – отвод инструмента, его смена выполняется с высокой скоростью. Эти перемещения выполняются согласно программе и момент их совершения трудно предсказуем. Это увеличивает степень риска поражений. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и соблюдения инструкций по управлению станка.

Технологические планировки на проектируемом участке обработки резанием должны быть согласованы с территориальными органами государственного санитарного и пожарного надзора. Проходы и проезды на участке должны обозначаться разграничительными линиями белого цвета шириной не менее 100 мм. На территории участка проходы, проезды, люки

колодцев должны быть свободными, не загромождаться материалами, заготовками, полуфабрикатами, деталями, отходами производства и тарой.

Заготовки, детали, у рабочих мест должны укладываться на стеллажи и в ящики способом, обеспечивающим их устойчивость и удобство захвата при использовании грузоподъемных механизмов. Высоту штабелей заготовок на рабочем месте следует выбирать исходя из условий их устойчивости и удобства снятия с них деталей, но не выше 1м; ширина между штабелями должна быть не менее 0,8м. Освобождающуюся тару и упаковочные материалы необходимо своевременно удалять с рабочих мест в специально отведенные места.

3.2 Анализ выявленных вредных факторов на рабочем участке

На здоровье и работоспособность рабочего в производстве оказывает влияние совокупность факторов производственной среды и трудового процесса.

Вредный производственный фактор - фактор среды и трудового процесса, который вызывает профессиональную патологию, временное или стойкое снижение работоспособности, повышает частоту соматических и инфекционных заболеваний.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие вредные факторы:

а) недостаточное освещение может ухудшить зрение человека, а также косвенно влияет на безопасность труда и качество продукции;

б) острые кромки, заусеницы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования;

в) шум ослабляет внимание человека, увеличивает расход энергии, замедляет скорость психических реакций, в результате повышается вероятность несчастных случаев;

г) температура воздуха в рабочей зоне: холодный период, теплый период, может привести к простудным заболеваниям, перегрев организма. Для защиты от повышенной или пониженной температуры воздуха рабочей зоны и его влияния на рабочего в данном случае принимаем кондиционеры.

Предельно допустимый уровень шума на рабочих местах установлен СН 2.2.4/2.1.8.562-96 и составляет 85 Дб.

Шум – любой нежелательный звук, воспринимаемый органом слуха человека. Представляет собой беспорядочное сочетание звуков различной интенсивности и частоты. Источником шума и вибрации является металлорежущее станки, электродвигатели, краны и т.д.

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

При обработке металлов резанием образуется стружка, которая может привести к травме в виде порезов.

Защитой от стружки являются экраны и щитки, предохраняющие работающего.

На полу около станка находятся деревянные решетки на всю длину рабочей зоны, а по ширине не менее 0,6м от выступающих частей станка.

Для профилактики глазного травматизма необходимо применить щитки и очки. Все металлорежущее оборудование должно быть надежно заземлено, токоведущие провода и кабели надо изолировать. При возникновении в электрической сети опасности поражения человека током применяется защитно-отключающее устройство. Недоступность токоведущих частей электроустановок обеспечить размещением их на необходимой высоте, ограждением от случайных соприкосновений.

Обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении достигается удалением загрязненного или нагретого воздуха из помещения и подачей в него свежего воздуха, т.е. вентиляцией. В данном технологическом процессе применяется обще обменная приточно-вытяжная вентиляция.

Станки, на которых производится шлифование и полирование детали, оборудуют защитно-обеспыливающими кожухами, т.к. обработка материала сопровождается пылевыделением.

СОЖ может привести к развитию кожных заболеваний. Для защиты от попадания СОЖ на рабочих предусматривается спецодежду. Для предотвращения разбрызгивания и загрязнения рабочей зоны СОЖ используются специальные конструкции сопел, а также применяются защитные экраны и щитки. Отработанная СОЖ собирается в специальные емкости для их последующей обработки. Для защиты кровного покрова от воздействия СОЖ применяются различные дерматологические средства, а также рабочие участки снабжаются чистыми обтирочными материалами. Не допускается применение одной и той же ветоши для протирки рук, и станков.

Оптимальные условия работы в рабочем месте могут быть обеспечены лишь при достаточном оснащении. Естественное и искусственное освещение должно соответствовать требованиям СНиП 23–05–95. Величина коэффициента естественного освещения (КЕО) для различных помещений лежит в пределах от 0,1 до 12%.

Для местного освещения используют светильники, устанавливаемые на металлорежущих станках, и отрегулированы так, чтобы освещенность была не ниже значений, установленных санитарными нормами. Качество выпускаемой продукции в значительной степени зависят от качества освещения помещений и рабочих мест. Недостаточное освещение часто является причиной несчастных случаев и заболеваний зрительных органов.

В цехе, где изготавливается шток естественное освещение осуществляется верхним светом через световые призмы – фонари. Так как освещенность, создаваемая естественным светом, изменяется в зависимости от времени дня, года, метеорологических факторов, то для поддержания постоянного уровня освещенности применяется комбинированное освещение – естественное и искусственное. Искусственное общее освещение – лампы накаливания располагаются в верхней зоне помещения и на колоннах.

3.3 Анализ выявленных опасных факторов на рабочем участке

Опасный производственный фактор – фактор среды и трудового процесса, который является причиной острого заболевания или внезапного ухудшения здоровья, смерти.

В процессе обработки штока на рабочего действуют следующие опасные факторы:

а) электрический ток поражение электрическим током может привести к серьёзным травмам и смерти человека;

б) движущиеся органы станков могут нанести травму работающему, поэтому на станках предусмотрены ограждения с концевыми выключателями, которые не позволяют начать обработку при убранном ограждении. Не допускается работать на станках в расстёгнутой одежде. Рабочие, имеющие длинные волосы должны убирать их под головной убор. Кроме того, т. к. обработка ведётся на станках с ЧПУ, существует вероятность получения травмы при смене инструмента, т. к. смена инструмента производится с большой скоростью и может быть для рабочего неожиданной.

3.4 Охрана окружающей среды:

Воздействие человека на природу, на окружающую среду, не всегда отрицательное ухудшающее и разрушающее природу. В какую сторону изменяется количество окружающей нас среды в лучшую или худшую, определяется тем, поскольку рационально организован процесс природопользования.

Разработанный технологический процесс обработки не является вредным, нет значительных выбросов вредных веществ, пыли в атмосферу. Выбросы соответствуют допустимым по ГОСТ 17.2.302–78, поэтому их очистка не предусмотрена.

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть использованы, как сырьё для промышленной продукции. Отработанные СОЖ необходимо собирать в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СнИП-32-74. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию. Масляная мелкая стружка и пыль сплава по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках. Крупная стружка вывозится в специальное помещение, проходит термообработку и прессуется в брикеты для дальнейшей отправки на металлургический завод.

3.5 Защита в чрезвычайных ситуациях:

Опасными явления и процессы, приводящие к возникновению ЧС, как события случайные могут быть независимыми или зависимыми от внешнего источника опасности. К внешним относятся источники опасностей, присутствие которых не характерно для той сферы, в которой возникает ЧС. Например, экологические ЧС могут возникать из – за хозяйственной деятельности человека в техносфере, а техногенные аварии и катастрофы на объектах экономики – вследствие проявления опасного природного фактора (землетрясение, сильный ветер, снегопад и др.) или конфликтного события (диверсия, забастовка, массовые беспорядки и др.).

К наиболее частым и типичным авариям на машиностроительных предприятиях, классифицируемым как техногенные ЧС, относятся пожары, взрывы ёмкостей с горючими газами или жидкостями, разрушение и взрывы технологического оборудования и другими продуктами, разрушение гидротехнических сооружений.

Анализ причин возникновения промышленных аварий и катастроф позволяет объединить их в группы по следующим признакам:

Ошибки и недоработки на стадиях проектирования объекта: изыскательские ошибки; проектные недоработки; конструкторские ошибки и недоработки.

Некачественное изготовление (строительство) объекта: отступление от заложенных в проектах решений, материалов; нарушение технологии изготовления (строительства); скрытый брак в материалах или сырье, несоответствие их характеристик нормативным требованиям.

Эксплуатационно-технические причины: нарушение технологических процессов (отклонения параметров процесса, отклонения в характеристиках сырья и материалов, нарушение технологической дисциплины и др.); изношенность оборудования.

Человеческий фактор: нарушение трудовой дисциплины; нарушение правил безопасности проведения работ; психофизиологические причины (ошибки в действиях, усталость, невниманье и др.).

Внешние причины: отклонения параметров энергопитания; погодные факторы; геологические явления; диверсии и др.

Таким образом, проблема защиты рабочих от ЧС всех видов является глобальной проблемой и, несомненно, относится к сфере национальной безопасности России.

К техногенным относятся ЧС, происхождение которых связано с производственно-хозяйственной деятельностью человека на объектах техносферы. Как правило, техногенные ЧС возникают вследствие аварий, сопровождающихся самопроизвольным выходом в окружающее пространство вещества и (или) энергии.

Пожары, взрывы, угроза взрывов – самые распространённые ЧС в современном индивидуальном обществе наиболее часто встречающиеся и, как правило, с тяжёлыми социальными, экономическими последствиями.

Внезапное обрушение зданий, сооружений – подобного типа происшествия происходят не сами по себе, а инициируются какими – то побочными факторами: большое скопление людей на ограниченной площади, сильная вибрация, вызванная проходящими железнодорожными составами, чрезмерная нагрузка на верхние этажи зданий и т.д. Последствия их трудно предсказуемы. Обычно они приводят к большим человеческим жертвам.

Одним из основных способов защиты является своевременный и быстрый вывод или вывод людей из опасной зоны, т.е. эвакуация. Вид эвакуации определяется видом, характером и условиями ЧС. Плановая и экстренная эвакуации различаются временными рамками. Экстренная эвакуация вызывается быстротекущими процессами накопления негативных факторов в зоне ЧС или изначально высокими уровнями этих факторов.

В числе мероприятий по защите рабочего от ЧС на предприятиях, указываются действия по эвакуации работающей смены, как при угрозе, так и при возникновении ЧС. Исходя из прогнозируемой возможности возникновения аварий, катастрофы или стихийного бедствия, которые могут повлечь за собой человеческие жертвы, принести ущерб здоровью людей, нарушить условия их жизнедеятельности, намечаются следующие мероприятия и временные параметры по эвакуации:

- определяется вид эвакуации (плановая или экстренная);
- производится расчёт рабочих и служащих, необходимых для проведения эвакуации;
- устанавливаются мероприятия по безаварийной остановке производства;
- намечаются схемы движения эвакуируемых из зоны ЧС к пунктам временного размещения и др;
- мероприятия режимного характера - запрещение курения в неустановленных местах;
- необходимо применить средство индивидуальной защиты при пожаре: респиратор, аптечка.
- производственное помещение необходимо обеспечить установками пожарной автоматики и первичными средствами пожаротушения (огнетушитель).

С учётом анализа и оценки ситуации руководитель объектовой комиссии по ЧС может принять одно из решений:

- провести эвакуацию внутри объекта;
- вывести персонал за пределы объекта;
- применить комбинированный метод.

3.6 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

В системе обеспечения безопасности жизни и здоровья работников в процессе их трудовой деятельности основная роль принадлежит нормативным правовым актам по охране труда. Ст. 3 Закона «Об основах охраны труда в РФ» предусмотрено обязательное исполнение

государственных нормативных требований охраны труда всеми юридическими и физическими лицами независимо от форм собственности, сферы деятельности и ведомственной подчиненности. Постановление Правительства Российской Федерации от 23 мая 2000 г. № 399 «О нормативных правовых актах, содержащих государственные нормативные требования охраны труда» определяет перечень видов нормативных правовых актов, содержащих государственные нормативные требования охраны труда, являющиеся обязательными для соблюдения и исполнения. Нормативные правовые акты по охране труда подразделяются на виды, представленные в табл. 3.1.

Таблица 3.1 – Виды нормативных правовых актов.

№ п/п	Наименование документа	Федеральный орган исполнительной власти, утверждающий документ
1	Межотраслевые правила по охране труда (ПОТ РМ), межотраслевые типовые инструкции по охране труда (ТИ РМ)	Минтруд России
2	Отраслевые правила по охране труда (ПОТ РО), типовые инструкции по охране труда (ТИ РО)	Федеральные органы исполнительной власти
3	Правила безопасности (ПБ), правила устройства и безопасной эксплуатации (ПУБЭ), инструкции по безопасности (ИБ)	Госгортехнадзор России, Госатомнадзор России
4	Государственные стандарты системы стандартов безопасности труда (ГОСТ Р ССБТ)	Госстандарт России, Гос-строй России
5	Строительные нормы и правила (СНиП), своды правил по проектированию и строительству (СП)	Госстрой России
6	Государственные санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (санитарные правила (СП), гигиенические нормативы (ГН), санитарные правила и нормы (СанПин), санитарные нормы (СН))	Минздрав России

Ответственность работодателя и должностных лиц за нарушение законодательных и иных нормативных актов об охране труда может быть административной, дисциплинарной или уголовной и определена ст. 24 Закона «Об основах охраны труда в РФ», Кодексом РСФСР об административных правонарушениях в редакции Федерального закона от 2 января 2000 г. № 4-ФЗ (ст. 41), Трудовым кодексом РФ (ст. 192, 419). Руководителям государственных инспекций труда предоставлено право налагать административное взыскание (штраф) в размере до ста минимальных размеров оплаты труда, а государственным инспекторам по

охране труда и государственным правовым инспекторам - до пятидесяти минимальных размеров оплаты труда (ст. 210 Кодекса РСФСР об административных нарушениях) или отстранять от работы лиц, нарушающих законодательство по охране труда, не прошедших в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах и проверку знаний по охране труда. Нарушение правил техники безопасности или иных правил охраны труда лицом, на котором лежат обязанности по соблюдению этих правил, если это повлекло по неосторожности причинение тяжкого или средней тяжести вреда здоровью человека, наказывается штрафом в размере от двухсот до пятисот минимальных размеров оплаты труда или в размере заработной платы или иного дохода осужденного за период от двух до пяти месяцев, либо исправительными работами на срок до двух лет, либо лишением свободы на срок до двух лет. То же деяние, повлекшее по неосторожности смерть человека, наказывается лишением свободы на срок до пяти лет с лишением права занимать определенные должности или заниматься определенной деятельностью на срок до трех лет или без такового (ст.143 УК РФ). Дисциплинарная ответственность заключается в наложении на должностное лицо или работника одного из следующих дисциплинарных взысканий: замечание, выговор, увольнение (ст. 192 Трудового кодекса РФ). Кроме ответственности работодателя и должностных лиц за нарушение требований законодательных и иных нормативных актов об охране труда Законом «Об основах охраны труда в РФ» предусмотрена также ответственность организации. За невыполнение требований законодательства и предписаний органов государственного надзора и контроля за охраной труда в организациях этим органам разрешается приостанавливать работу отдельных производственных подразделений или деятельность организаций, в которых выявлены нарушения требований охраны труда, представляющие угрозу жизни и здоровью работников (ст. 25 Закона «Об основах охраны труда в РФ»). Организации, выпускающие и поставляющие продукцию, не отвечающую требованиям охраны труда, возмещают потребителям нанесенный вред в соответствии с гражданским законодательством Российской Федерации (ст. 23 Закона «Об основах охраны труда в РФ»).

3.7 Заключение БЖД

В данной части работы были рассмотрены опасные и вредные факторы, влияющие на здоровье, самочувствие работающего и безопасность труда. Были разработаны мероприятия по защите от них.

Большинство опасных и вредных факторов удалось устранить или значительно снизить их негативное влияние.

В целом можно отметить, что условия труда на рассматриваемом участке являются достаточно комфортными и безопасными, что способствует

снижению показателей травматизма, а также благоприятствует повышению производительности труда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В курсовой работе произведено разработка конструкторско-технологического оснащения. Подробно разработан технологический процесс изготовления детали «Корпус».

При разработке технологического процесса были выполнены следующие задачи:

- выбор и обоснование метода получения заготовки;
- расчёт промежуточных припусков и размеров заготовки;
- анализ базового технологического процесса;
- разработка проектного варианта технологического процесса механической обработки заготовки и его технико–экономическое обоснование;
- подробная разработка технологических операций, проектного технологического процесса обработки; расчёт количества оборудования; расчёт численности работающих.

Кроме этого, было спроектировано приспособление для обработки заготовки, а также приспособление Силовой привод приспособлений осуществляется усилием рабочего.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 ГОСТ 977-88. Отливки стальные. Общие технические условия; введ. 1990 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1989. – 35 с.
- 2 Методические указания к содержанию ВКР для бакалавров, обучающихся по направлению 150700 «Машиностроение» / Сост.: С. И. Петрушин; Юргинский технологический институт. – Юрга: ООО Типография «МедиаСфера», 2014. – 53 с.
- 3 Курсовое проектирование по предмету "Технология машиностроения": учеб. пособие / И. С. Добрыднев. - М. : Машиностроение, 1985. - 184 с. : ил.
- 4 Балабанов, А. М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А. М. Балабанов. - М.: Издательство стандартов, 1992. - 461 с.
- 5 Справочник по конструкционным материалам: Б. Н. Арзамасов, Т. В. Соловьева. С. А. Герасимов и др.; Под ред. Б. Н. Арзамасова, Т. В. Соловьевой. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2005. – 640 с.
- 6 ГОСТ Р 53464-2009. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.; введ. 2010 – 07 – 01. – М.: Стандартиформ, 2010. – 45 с.
- 7 Кондаков А.И., Васильев А.С., Выбор заготовок в машиностроении: справочник. - М.: Машиностроение, 2007. - 560с.
- 8 Дипломное проектирование по технологии машиностроения: [Учебное пособие для вузов / В.В.Бабук, П.А.Горезко, К.П.Зобродин и др.] Под общ. ред. В.В. Бабука. – Мн.: Выш. школа, 1979 – 479 с. с ил.
- 9 Курсовое проектирование по технологии машин строения : учебное пособие для машиностроит. спец, вузов / А. Ф. Горбачевич В. А. Шкред.-Минск : Высшая школа, 1983. - 256 с.
- 10 Обработка металлов резанием: Справочник технолога/ А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. - М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 11 Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие / Под ред. Н. П. Солнышкина. СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2001. 344 с.
- 12 CTX beta 2000 [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com/products/machines/turning/universal-turning/ctx/ctx-beta-2000> (Дата обращения: 29.03.2018).
- 13 DMU 80 eVo [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com/products/machines/milling/5-axis-milling/dmu-evo/dmu-80-evo-linear> (Дата обращения: 29.03.2018).
- 14 Vertical Mate 35 [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com/products/machines/grinding/vertical-grinding/vertical-mate/vertical-mate-35> (Дата обращения: 29.03.2018).
- 15 Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] URL: <https://toolguide.sandvik.coromant.com/TouchTime/Coromant/Home#/taskSetup/task> (Дата обращения: 03.04.2018).

- 16 ГОСТ 10-88. Нутромеры микрометрические. Технические условия.; введ. 1990 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2006. – 7 с.
- 17 ГОСТ 162-90. Штангенглубиномеры. Технические условия.; введ. 1991 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 7 с.
- 18 ГОСТ 166-89. Штангенциркули. Технические условия.; введ. 1991 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 11 с.
- 19 ГОСТ 11098-75. Скобы с отсчетным устройством. Технические условия.; введ. 1978 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1990. – 9 с.
- 20 ГОСТ 5378-88. Угломеры с нониусом. Технические условия.; введ. 1990 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2010. – 7 с.
- 21 ГОСТ 14822-69. Калибры-пробки гладкие проходные неполные диаметром свыше 100 до 300 мм. Конструкция и размеры.; введ. 1971 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2006. – 10 с.
- 22 ГОСТ 17757-72. Пробки резьбовые со вставками с укороченным профилем резьбы диаметром от 1 до 100 мм. Конструкция и основные размеры.; введ. 1973 – 06 – 30. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1991. – 32 с.
- 23 ГОСТ 18360-93. Калибры-скобы листовые для диаметров от 3 до 260 мм. Размеры.; введ. 1995 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2005. – 12 с.
- 24 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т2/ Под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 25 Проектирование технологической оснастки: Методические указания к выполнению курсового проекта. / Сост. А.Л. Пиртахия. –М.: МГТУ «СТАНКИН», 2002. - 57с
- 26 Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. – Под общ ред. Б. Н. Вардашкина. – М.: Машиностроение, 1984. – Т.1 – 592 с.
- 27 Приспособления для металлорежущих станков: расчеты и конструкции / М. А. Ансеров .- 2-е изд., перераб. и доп. - Ленинград : Машиностроение, 1964. - 650 с. - Библиогр. : 649 с.
- 28 Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов. – 2-е изд. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. – 277 с.
- 29 Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. М.: Машиностроение, 1971. – 384 с.
- 30 Общемашиностроительные нормативы резания для технического нормирования на металлорежущих станках. - М.: Машиностроение, 1967. – 412 с.
- 31 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и поготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. - М.: Машиностроение, 1967. – 410с.
- 32 Расчет экономической эффективности новой техники. Справочник/ Под ред. К.М. Великанова. – Л.: Машиностроение, 1990. – 448 с.

33 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение часть ВКР часть ВКР: методические указания по выполнению экономической части выпускной квалифицированной работы для студентов специальности 120100 «Технология машиностроения» и направления подготовки 15.03.01 «Машиностроение». – Юрга: ЮТИ ТПУ, 2014. – 21 с.

34 Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. – Юрга: Изд. Филиал ТПУ, 2002. – 96с.

35 DMG Mori [Электронный ресурс] URL: <https://ru.dmgmori.com> (Дата обращения: 29.03.2018).

36 ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий.; введ. 1983 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1982. – 14 с.

37 ГОСТ 3.1118-82.Единая система технологической документации. Формы и правила оформления маршрутных карт.; введ. 1984 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2012. – 21 с.

38 ГОСТ 3.1127-93.Единая система технологической документации. Общие правила выполнения текстовых технологических документов.; введ. 1995 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2009. – 11 с.

39 ГОСТ 3.1128-93. Единая система технологической документации. Общие правила выполнения графических технологических документов.; введ. 1995 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 21 с.

40 ГОСТ 3.1129-93. Единая система технологической документации. Общие правила записи технологической информации в технологических документах на технологические процессы и операции.; введ. 1996 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 22 с.

41 ГОСТ 3.1404-86. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.; введ. 1987 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 59 с.

42 ГОСТ 3.1702-79. Единая система технологической документации. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.; введ. 1981 – 01 – 01. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2003. – 21 с.