

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 «Машиностроение»
Кафедра «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации «бакалавр»

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления стакана К500.02.02.002

ФЮРА. А31064.000 ПЗ

Индекс УДК :621.81-2.002:622.822

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Бобровицкий Даниил Анатольевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	к.т.н., доцент		

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
Ассистент	С.В. Литовкин			

Нормоконтроль

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Ласуков	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	к.т.н., доцент		

Юрга – 2017 г.

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 «Машиностроение»
 Кафедра «Технология машиностроения»

УТВЕРЖДАЮ:
 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
10А31	Бобровицкий Даниил Анатольевич

Тема работы:

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАКАНА
 К500.02.02.002

Утверждена приказом директора (дата, номер)	№20/С от 30.01.2017г.
---	-----------------------

Срок сдачи студентом выполненной работы:	16.06.2017г.
--	--------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><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>	<p>Чертеж детали, служебное назначение, годовая программа выпуска 3000шт.</p>
<p>Перечень подлежащих исследованию,</p>	<p>Разработка технологического процесса</p>

<p>проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения 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>	<p>изготовления стакана К500.02.02.002. Конструирование сверлильно-фрезерного приспособления. Расчет требуемого количества оборудования и рабочих. Расчет себестоимости изготовления детали. Рассмотрение вопросов по обеспечению безопасности в процессе производства детали.</p>
--	--

<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>ФЮРА.А31064.001 Стакан ФЮРА.А31064.002 Заготовка ФЮРА.А31064.003 Карта наладки ФЮРА.А31064.004 Карта наладки ФЮРА.А31064.005 Карта наладки ФЮРА.А31064.006 Карта наладки ФЮРА.А31064.007 Карта наладки ФЮРА.А31064.008.000 СБ Приспособление</p>
--	--

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

Раздел	Консультант
«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Д.Н. Нестерук
«Социальная ответственность»	С.В. Литовкин

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Реферат

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	31.01.2017
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	А.А. Моховиков	Кандидат технических наук, доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
10А31	Бобровицкий Даниил Анатольевич		

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 инженерной деятельности
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, производительности и безопасности.
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

Код результатов	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
<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.

РЕФЕРАТ

Тема выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса изготовления Стакана «К500.02.02.002».

Выпускная квалификационная работа состоит из 8 листов графического материала, 90 листов пояснительной записки, 15 рисунков, 82 формулы, 21 таблица, 2 приложения.

Ключевые слова: УГЛОВАЯ ОПРАВКА, ПЛУНЖЕРНАЯ ФРЕЗА, СТАКАН, ПЕРЕНАЛАЖИВАЕМОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ФРЕЗЕРНАЯ С ЧПУ, ПОГРЕШНОСТЬ БАЗИРОВАНИЯ, ЦАНГА.

В разделе расчет и аналитика выпускной квалификационной работы произведён анализ действующего технологического процесса получения заготовки и механической обработки детали. осуществлён выбор метода получения заготовки, составлен технологический процесс механической обработки детали, выполнены расчёты припусков и режимов резания. Так же спроектировано переналаживаемое приспособление.

В разделе социальная ответственность рассмотрены и проанализированы вопросы безопасности на рабочем месте и выбран необходимый комплекс мероприятий по технике безопасности, охране труда и защите окружающей среды.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение выполнены соответствующие расчеты, определена себестоимость детали и ожидаемая годовая прибыль от реализации проекта.

В графической части выпускной квалификационной работы представлены: чертеж детали, чертеж заготовки, чертеж приспособления, карты наладок.

THE ABSTRACT

Theme of the final qualifying work "Development of the technological process of manufacturing the glass" K500.02.02.002 ".

Graduation qualification work consists of 8 sheets of graphic. Material, 90 sheets of explanatory note, 15 figures, 82 formulas, 21 table, 2 annexes.

Keywords: angular adjustment, plunger cutter, clamp, re-used tool, milling with CNC, boring, collar.

In the section **CALCULATION AND ANALYSIS** of the final qualifying work, the analysis of the current technological process for obtaining the billet and machining the workpiece has been performed. The choice of the method of obtaining the billet was made, the technological process of machining the part was compiled, the calculations of the allowances and cutting modes were performed. Also designed to be adaptable device.

In the section **SOCIAL RESPONSIBILITY**, safety issues in the workplace were considered and analyzed and the necessary set of measures for safety, labor protection and environmental protection was selected.

In the section **FINANCIAL MANAGEMENT, RESOURCE-EFFICIENCY, and RESOURCE-SAVING**, the corresponding calculations have been made, the cost of the part and the expected annual profit from the project implementation have been determined.

In the graphic part of the final qualifying work are presented: the drawing of the detail, the drawing of the workpiece, the drawing of the device, the adjustment card.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	Введение		11
	Расчет и аналитика		12
1.1	Аналитическая часть		13
1.1.1	Служебное назначение и техническое назначение узла и деталей		13
1.1.2	Производственная программа выпуска изделий. Определения типа производства		13
1.1.3	Анализ технологического процесса		15
1.2	Технологическая часть		17
1.2.1	Анализ технологичности объекта производства		17
1.2.2	Выбор заготовок и методов их изготовления		20
1.2.3	Составление технологического маршрута обработки		24
1.2.4	Выбор баз		26
1.2.5	Выбор средств технологического оснащения		31
1.2.6	Расчет припусков		37
1.2.7	Расчет режимов резания		38
1.2.8	Нормирование технологического процесса		45
1.3	Расчет приспособления		51
1.3.1	Обоснование и описание конструкции приспособления		51
1.3.2	Силовой расчет механизма		52
1.3.3	Расчет приспособления на точность		53
1.4	Организационная часть		54
1.4.1	Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки		54
1.4.2	Определение численности рабочих		55
2	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение		57
2.1	Расчет объема капитальных вложений		59
2.1.1	Стоимость технологического оборудования		59
2.1.2	Стоимость вспомогательного оборудования		60
2.1.3	Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря		60
2.1.4	Стоимость эксплуатируемых помещений		60
2.1.5	Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах		61
2.1.6	Оборотные средства в незавершенном производстве		61
2.1.7	Оборотные средства в запасах готовой продукции		62

Перв. примен.

Стр. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Бабровицкий Д.А.			
Пров.	Маховиков А.А.			
Н.контр.	Ласуков А.А.			
Утв.				

ФЮРА.А31064.000 ПЗ

*Технологический процесс
изготовления стакана*

Лит.	Лист	Листов
1	1	1

гр. 10А31

	2.1.8	Оборотные средства в дебиторской задолженности	62
	2.1.9	Денежные оборотные средства	63
2.2		Определение сметы затрат на производство и реализацию продукции	63
	2.2.1	Основные материалы за вычетом реализуемых отходов	63
	2.2.2	Расчет заработной платы производственных работников	64
	2.2.3	Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих	64
	2.2.4	Расчет амортизации основных фондов	65
	2.2.5	Отчисления в ремонтный фонд	66
	2.2.6	Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования	67
	2.2.7	Затраты на силовую электроэнергию	68
	2.2.8	Затраты на инструмент приспособление и инвентарь	69
	2.2.9	Расчет заработной платы вспомогательных рабочих	69
	2.2.10.	Заработная плата административно-управленческого персонала	70
	2.2.11	Прочие расходы	70
2.3		Экономическое обоснование технологического проекта	71
3		Социальная ответственность	72
		Введение	75
3.1		Характеристика объекта исследования	75
3.2		Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов	75
	3.2.1	Производственный шум	76
	3.2.2	Производственная вибрация	76
	3.2.3	Промышленная пыль	77
	3.2.4	Механические повреждения	77
	3.2.5	Опасность поражения электрическим током	78
3.3		Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте	79
3.4		Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование	82
3.5		Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций	83
3.6		Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды	83
		Заключение	85
		Список используемых источников	86
		Приложение А Спецификация ФЮРА.А31064.008.000СБ	87
		Приложение Б. Технологический процесс.	89

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

ФЮРА.А31064.000 ПЗ

Лист

ФЮРА.А31064.001 Стакан. Файл Стакан.cdw в формате
Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.002 Заготовка. Файл Заготовка.cdw в
формате Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.003 Карта наладки. Файл 005010.cdw в
формате Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.004 Карта наладки. Файл 015.cdw в
формате Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.005 Карта наладки. Файл 025.cdw в
формате Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.006 Карта наладки. Файл 035.cdw в
формате Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.007 Карта наладки. Файл 060.cdw в
формате Компас 3D - V16

ФЮРА.А31064.008.000 СБ Приспособление. Файл
Приспособление.cdw в формате Компас 3D - V16

Графический материал

На отдельных
листах

ФЮРА.А31064.001 Стакан

ФЮРА.А31064.002 Заготовка

ФЮРА.А31064.003 Карта наладки

ФЮРА.А31064.004 Карта наладки

ФЮРА.А31064.005 Карта наладки

ФЮРА.А31064.006 Карта наладки

ФЮРА.А31064.007 Карта наладки

ФЮРА.А31064.008.000 СБ Приспособление

Изм. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ФЮРА.А31064.000 ПЗ

Лист

ВВЕДЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы является закрепление теоретических знаний по курсу технологии машиностроения. В выпускной квалификационной работе необходимо спроектировать технологический процесс на деталь К500.02.02.002 стакан, в котором необходимо рассчитать и выбрать оптимальный метод производства заготовки, подобрать необходимое оборудование и инструмент для изготовления детали, спроектировать специальную оснастку и разработать карты наладок.

В выпускной квалификационной работе следует провести анализ существующих конструкций и конструирования современных видов технологической оснастки и закрепить методику проектирования технологических процессов механического производства.

В итоге разработки технологического процесса необходимо получить современный высокопроизводительный и экономически выгодный технологический процесс для изготовления детали.

1 РАСЧЕТЫ И АНАЛИТИКА

Студент гр. 10А31	_____	<u>Д.А. Бобровицкий</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Руководитель к.т.н., доцент кафедры ТМС	_____	<u>А.А. Моховиков</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Нормоконтроль, к.т.н., доцент. кафедры ТМС	_____	<u>А.А. Ласуков</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	

1.1 Аналитическая часть

1.1.1 Служебное назначение и техническая характеристика узла и деталей

В выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс механической обработки стакана с заводским кодом К500.02.02.002. Стакан является частью тормоза К500.02.02.000. Механизм предназначен для торможения привода подач комбайна, и состоит из стакана являющегося корпусом тормоза, поршня, шести пружин, набора фрикционных дисков и двух крышек закрывающих корпус. Пружины, входящие в сборку, давят на поршень, который упирается в набор фрикционных дисков и за счет возникающих сил трения, происходит торможение привода подач. При подаче рабочей жидкости, через отверстие в стакане, поршень перемещается, сжимая пружины и разжимая фрикционные диски, силы трения исчезают и торможение прекращается.

Стакан К500.02.02.002 выполнен из материала сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Таблица 1 - Химический состав стали 40Х

Химический состав, %								
C	Cu, не более	Si	S, не более	Ni, не более	Mn	P, не более	Cr	V
0,37- 0,44	0,30	0,17- 0,37	0,025	0,30	0,50- 0,80	0,025	0,8- 1,1	0,10- 0,18

Технологические свойства:

Температура ковки: начала 1250 С, конца 860-800 С. Сечения до 200 мм охлаждаются в мульде, 201-300 мм - с печью.

Свариваемость: трудносвариваемая. Способы сварки: РДС - необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС - необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием: после закалки и отпуска при НВ 197 - 241, $K_{\text{ч тв.спл.}} = 0.75$, $K_{\text{ч б.ст.}} = 0.65$.

Склонность к отпускной способности: склонна.

Флокеночувствительность: чувствительна.

1.1.2 Производственная программа выпуска изделий. Определение типа производства

Назначаем среднесерийный тип производства. Определим количество обрабатываемых в год деталей:

$N_{\text{изд}} = 2000 - 3000$ шт

Принимаем: $N_{\text{изд}} = 2800$ шт

Таблица 2 - Годовая программа выпуска изделий

Наименование изделия	Характеристика, модель	Число изделий на программу	Масса, т	
			изделия	на годовую программу
Стакан	K500.02.02.002	2800	0,022	61,6

Таблица 3 - 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
K500.02.02.002	Стакан	40X ГОСТ 4543-71	1	7	2800	200	3000	0,022	66

В этой части выпускной квалификационной работы тип производства определён приближённо, используя. 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.

Коэффициент закрепления операций находится как:

$$K_{з.о.} = \frac{F_d}{N \cdot t_{шт-к.ср}} \quad (1)$$

где F_d – действительный фонд рабочего времени работы оборудования, час;

N – годовая программа, шт;

$t_{шт-к.ср}$ – среднее штучно-калькуляционное время выполнения операции, мин.

Для серийного определяется размер партии запуска:

$$n = \frac{N \cdot a}{F}, \quad (2)$$

где N – годовая программа, шт;

a – период запуска в днях, принимаем $a = 3$;

F – число рабочих дней в году, для 2017-го года $F = 249$.

$$n = \frac{3000 \cdot 3}{249} = 36 \text{ шт}$$

1.1.3 Анализ действующего технологического процесса

Базовый технологический процесс механической обработки изготовления стакана разработан для мелкосерийного производства, состоящий из 20 операций и имеет структуру, представленную в таблице 4.

Для всех операций:

- контроль первой детали мастером;

Таблица 4 - Анализ базового технологического процесса изготовления стакана

Операция	Наименование операции	Оборудование, приспособления, режущий и измерительный инструмент	T _{шт} , мин
005	Токарная	1М63; Трехкулачковый патрон; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	40,2
010	Токарная	1М63; Трехкулачковый патрон; Очки О ГОСТ 12.4.013-85;	54
015	Токарная	1М63; Трехкулачковый патрон; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	40,2
020	Токарная	1М63; 002-2949 резец 7,15 _{-0,03} ; 094-301 обкатка R0,1; Трехкулачковый патрон; Очки О ГОСТ 12.4.013-85;	46,8
021	Токарная	1М63; 002-5080 резец на канавку; 002-4749 резец вырезной Ø175 ₋₁ ; 002-2321 резец с заточкой R0,4; 105-6673 Скоба Ø175 ₋₁ ; Трехкулачковый патрон; Очки О ГОСТ 12.4.013-85;	100
025	Шлифовальная	Внутришлифовальный станок Wotan	24,4
030	Разметочная		7,99
035	Фрезерная	6Н82Г; Тиски; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	6
040	Слесарная	Верстак; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	1,62
045	Сверлильно-фрезерная	С-500/04; Тиски; Программа 4259ц; Фреза 32X53 ГОСТ 17026; Сверло центр 20 СТП-1234;	3,2

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4
		Сверло 14,5 ГОСТ 10903; Метчик М16×1,5 СТП-1506; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	
050	Слесарная	Верстак; Очки О ГОСТ 12.4.013-85	1,62
055	Сверлильно-фрезерная	С-500/04; Тиски; Программа 4259ц; Фреза 28×80 СТП -1468; Фреза 16×80 СТП – 1468; Сверло центр 20 СТП – 1234 ; Сверло 10,2 ГОСТ 10903; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	76,8
060	Слесарная	Верстак; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	4,2
065	Долбежная	УСП	56
070	Слесарная	Верстак; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	2
075	Сверлильная	2Н55; Кондуктор 320-8570; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	27,2
080	Сверлильная	С-500/04; Сверло центр 20 СТП-1234; Сверло 14 ГОСТ 10903; Сверло 18 ГОСТ 10903; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	38,8
085	Резьбонарезная	РН-24; Метчик М16×1,5 СТП-1503; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	40,2
090	Слесарная	Верстак; Очки О ГОСТ 12.4.013-85.	4,2
100	Контроль		

В качестве заготовки в базовом технологическом процессе используется поковка. Способ получения заготовки рационален для мелкосерийного производства. Но из-за завышенного припуска на механическую обработку выполняется большое количество рабочих ходов на двух первых токарных операциях. Следует проверить возможности уменьшения припусков и обоснованность напусков для среднесерийного производства и при необходимости поменять способ получения заготовки из соображений экономической эффективности.

В базовом технологическом процессе широко применяется универсальное

оборудование, что допустимо для мелкосерийного производства. При разработке выпускной квалификационной работы его следует заменить на более высокопроизводительное оборудование.

Следует отметить низкую производительность долбежной операции. В разрабатываемом технологическом процессе необходимо заменить долбление на менее трудоемкий процесс.

1.2 Технологическая часть

1.2.1 Анализ технологичности объекта производства

На рабочем чертеже стакана выполнено три проекции, шесть выносных элементов, показывающих размеры канавки и резьбовых отверстий, указаны технические требования к изделию. Этого достаточно для однозначного определения конструкции детали. Обозначение полей допусков, отклонений формы и расположения поверхностей соответствуют требованиям оформления конструкторской документации. Отклонение от перпендикулярности на резьбовом отверстии M16×1,5-6H должно быть указано относительно базы D. На чертеже имеются обозначения шероховатости которые уже не используются в современном машиностроении.

1.2.1.1. Качественная оценка технологичности

На чертеже имеется пять базовых поверхностей, что позволяет повысить точность и сократить трудоемкость обработки поверхностей. Технологичность конструкции обуславливается рациональным выбором исходной заготовки, материал детали позволяет применять высокопроизводительные методы обработки. Формы обрабатываемых цилиндрические, имеется четыре нетехнологичных паза, в детали имеются четырнадцать глухих резьбовых отверстий, а так же шесть гладких сквозных отверстий и два ступенчатых сквозных отверстий. На чертеже имеется одно отверстие с пересечением под 90 градусов. Глухие отверстия являются не технологичными. В детали имеется торцевая канавка, что также является не технологичным. Наружная поверхность и одна внутренняя обрабатываются на проход. Конструкция не вызывает трудности подвода инструмента. Требуется слесарная операция и выверка детали. Конструкция детали позволяет применить высокопроизводительные способы обработки и не требует специального мерительного инструмента. Имеется термическая обработка 241- 285 НВ.

1.2.1.2. Количественная оценка технологичности

Таблица 5 - Поверхности детали

Наименование поверхности	Количество поверхностей, Q _э	Количество унифицированных элементов, Q _{у.э}	Квалитет точности	Параметр шероховатости, мкм
Ø16Н9	2	2	9	3,2
Ø220Н9	1	-	9	3,2
Ø136Н9	1	-	9	6,3
Ø190Н9	1	-	9	3,2
Паз 60 ^{+0,74}	4	4	14	6,3
Канавка 7 ^{+0,22}	1	-	14	3,2
Канавка 9 ^{+0,36}	1	-	14	3,2
Лыска 2 ^{+0,6}	1	-	14	6,3
Лыска 253 _{-0,72}	1	-	14	12,5
М12-7Н	8	8	7	3,2
М16-7Н	6	6	7	3,2
М16×1,5-6Н	1	-	6	12,5
Фаски 1,6×45°	2	2	14	3,2
Фаски 2×45°	2	2	14	3,2
Фаски 2×45°	8	8	14	6,3
Фаски 1×45°	2	2	14	12,5
Фаска 2,5×45°	1	-	14	3,2
Фаска 2,5×45°	1	-	14	6,3
Фаска 3,5×45°	1	-	14	3,2
Ø12 ^{+0,43}	1	-	14	12,5
Ø18 ^{+0,43}	6	6	14	12,5

Коэффициент унификации конструктивных элементов детали:

$$K_y = Q_{у.э} / Q_э,$$

(3)

где Q_{у.э} – количество унифицированных элементов;

Q_э – количество поверхностей.

Полученный результат должен быть больше 0,6.

$$K_y = 40/52 = 0,76$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_y > 0,6$.

Коэффициент использования материала:

$$K_{и.м.} = \frac{m_d}{m_3}, \quad (4)$$

где m_d – масса детали, кг;

m_3 – масса заготовки, кг.

Полученный результат должен быть больше 0,7.

$$K_{и.м.} = \frac{22}{32,5} = 0,65$$

По этому показателю деталь технологична, так как $K_{им} > 0,7$.

Коэффициент точности обработки:

$$K_{т.ч} = 1 - (1/A_{cp}) \quad (5)$$

где A_{cp} – средний квалитет точности.

Полученный результат должен быть больше 0,8.

$$A_{cp} = (n_1 + 2n_2 + 3n_3 + \dots + 30n_{30}) / \sum_1^{30} n_i, \quad (6)$$

где n_i – число поверхностей детали точностью соответственно по 1...19-му квалитетам.

$$A_{cp} = \frac{1 \cdot 11 + 2 \cdot 12 + 4 \cdot 9 + 1 \cdot 8 + 22 \cdot 14}{30} = 12,9$$

$$K_{т.ч} = 1 - (1/12,9) = 0,92$$

Так как $K_{т.ч.} > 0,8$, то деталь по этому показателю является технологичной.

Коэффициент шероховатости поверхности:

$$K_{ш} = 1/B_{cp}, \quad (7)$$

где B_{cp} – средняя шероховатость поверхности по R_a , мкм.

Полученный результат должен быть меньше 0,32.

$$B = (0,01n_1 + 0,02n_2 + \dots + 80n_{14}) / \sum_1^{14} n_i, \quad (8)$$

где $n_1; n_2; \dots; n_{14}$ – количество поверхностей, имеющих шероховатость, соответствующую данному числовому значению параметра R_a .

$$B_{cp} = \frac{5 \cdot 12,5 + 5 \cdot 6,3 + 13 \cdot 3,2 + 1 \cdot 1,6}{24} = 5,7 \text{ мкм}$$

$$K_{ш} = 1/5,7 = 0,17$$

Поскольку $K_{ш} < 0,32$, по этому показателю деталь технологична.

Анализ количественных и качественных показателей технологичности, позволяет считать конструкцию данной детали – технологичной.

1.2.2 Выбор заготовок и методов их изготовления

При выборе вида заготовки и методов её изготовления рассматриваются два альтернативных варианта. Оптимальным вариантом для детали является метод получения заготовки – штампованная поковка. Различают штамповку в открытых и закрытых штампах.

1.2.2.1. Штамповка в открытых штампах

Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Оборудование – Кривошипные горячештамповочные прессы

Нагрев заготовок - индукционный.

Масса детали - 22 кг.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89. Определяем группу стали: для сталей содержащих более 0,35 % С назначается группа стали М2.

Степень сложности: С2.

Ориентировочная масса заготовки:

$$m_z = m_d \cdot K_v, \text{ кг} \quad (9)$$

где $K_p = 1,6$ -коэффициент, учитывающий форму и вид детали

$$m_z = 22 \cdot 1,6 = 35,2 \text{ кг}$$

Принимаем класс точности Т4.

Исходный индекс – 13.

Конфигурация поверхности разъёма штампа – плоская.

Таблица 6 - Основные припуски на размеры

Размер, мм	Припуск, мм
Толщина 119	2,0
Толщина 99	2,3
Толщина 48	2,0
Диаметр 136	2,0
Диаметр 200	2,3
Диаметр 270	2,0
Диаметр 220	2,3

Находим дополнительные припуски:

Отклонение от плоскостности 0,6 мм

Смещение по поверхности разъёма штампов 0,5 мм.

Штамповочные уклоны на наружной поверхности не более 5°

Штамповочные уклоны по внутренней поверхности не более 7°

Размеры поковки:

Толщина $119 + (2 + 0,6) \times 2 = 124$ мм;

Толщина $99 + (2,3 + 0,6) = 102$ мм;

Толщина $48 + (2,0 + 0,6) = 51$ мм;

Диаметр $220-(2,3+0,5)\times 2=214$ мм;
 Диаметр $136-(2+0,5)\times 2=131$ мм;
 Диаметр $200+(2,3+0,5)\times 2=206$ мм;
 Диаметр $270+(2+0,5)\times 2=275$ мм.

Таблица 7 - Допускаемые отклонения размеров

Размер, мм	Припуск, мм
Толщина 124	$\pm 3,2$
Толщина 102	$\pm 2,8$
Толщина 51	$\pm 2,5$
Диаметр 214	+2,1 -1,1
Диаметр 131	+1,8 -1,0
Диаметр 206	+2,1 -1,1
Диаметр 275	+2,4 -1,2

Неуказанные допуски радиусов закруглений 2° ;
 Допускаемое отклонение от плоскостности 1.2 мм;
 Допускаемая величина на смещение по поверхности разъема штампа 1.2 мм.
 Коэффициент использования материала:

$$K_{u.m.} = \frac{m_D}{m_3}, \quad (10)$$

$$K_{u.m.} = \frac{22}{46,5} = 0,47$$

1.2.2.2 Штамповка в закрытых штампах

Материал – Сталь 40Х ГОСТ 4543-71.

Оборудование – Кривошипные горячештамповочные прессы

Нагрев заготовок - индукционный.

Масса детали - 22 кг.

Заготовку проектируем по ГОСТ 7505-89. Определяем группу стали: для сталей содержащих более 0,35 % С назначается группа стали М2.

Степень сложности: С2.

Ориентировочная масса заготовки:

$$m_3 = m_d \cdot K_p, \quad (11)$$

где $K_p = 1,8$ -коэффициент, учитывающий форму и вид детали

$$m_3 = 22 \cdot 1,8 = 35,2 \text{ кг}$$

Принимаем класс точности Т3.

Исходный индекс – 15.

Конфигурация поверхности разъема штампа – плоская.

Таблица 8 - Основные припуски на размеры:

Размер, мм	Припуск, мм
Толщина 119	3,0
Толщина 99	2,7
Толщина 48	2,5
Диаметр 136	2,5
Диаметр 200	2,7
Диаметр 270	2,4
Диаметр 220	2,7

Находим дополнительные припуски:

Отклонение от плоскостности 0,5 мм

Смещение по поверхности разъёма штампов 0,4 мм.

Штамповочные уклоны на наружной поверхности не более 7°

Штамповочные уклоны по внутренней поверхности не более 5°

Размеры поковки:

Толщина $119+(2+0,5)\times 2=126$ мм;

Толщина $99+(2,7+0,5)=102$ мм;

Толщина $48+(+0,5)=51$ мм;

Диаметр $136-(2+0,4)\times 2=130$ мм;

Диаметр $200+(2,3+0,4)\times 2=206$ мм;

Диаметр $270+(2+0,4)\times 2=276$ мм;

Диаметр $220-(2,7+0,4)\times 2=214$ мм.

Таблица 9 - Допускаемые отклонения размеров:

Размер, мм	Припуск, мм
Толщина 126	$\pm 4,0$
Толщина 102	$\pm 4,0$
Толщина 51	$\pm 3,2$
Диаметр 130	+2,4 -1,2
Диаметр 206	+2,7 -1,3
Диаметр 276	+3,0 -1,5
Диаметр 214	+2,7 -1,3

Неуказанные допуски радиусов закруглений $0,5^{\circ}$;

Допускаемое отклонение от плоскостности 1,0 мм;

Допускаемая величина на смещение по поверхности разъема штампа 1,0 мм.

Коэффициент использования материала:

$$K_{u.m.} = \frac{m_D}{m_3}, \quad (12)$$

$$K_{u.m.} = \frac{22}{47,1} = 0,46$$

1.2.2.3 Выбор варианта производства заготовок

Выбор варианта производства заготовок производим по технологической себестоимости заготовок:

$$S_T = \frac{G_D}{K_{ИМ}} \cdot [C_{заг} + C_C(1 - K_{ИМ1})], \text{ руб} \quad (13)$$

где G_D – масса детали, кг;

$K_{ИМ}$ - коэффициент использования материала с учётом заусенца при открытой штамповке;

$K_{ИМ1}$ - коэффициент использования материала без учёта заусенца при открытой штамповке;

$C_{ЗАГ}$ – удельная стоимость материала заготовки, руб/кг;

C_C – средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке, руб/кг.

Стоимость материала заготовки для поковки из стали Сталь 40Х составляет: $C_{ЗАГ} = 52$ руб/кг

В ценах 1994 г средняя по машиностроению стоимость срезания одного килограмма стружки при механической обработке составляет 0,495 руб/кг, принимая коэффициент инфляции равным 93,984, получаем: $C_C = 46,5$ руб/кг

При открытой штамповке:

$$S_{T1} = \frac{22}{0,47} \cdot [68 + 46,5(1 - 0,47)] = 4302,58 \text{ руб}$$

При закрытой штамповке:

$$S_{T1} = \frac{22}{0,46} \cdot [68 + 46,5(1 - 0,46)] = 4371 \text{ руб}$$

Оценка экономической эффективности:

$$\Delta = (S_T^1 - S_T^2) \cdot N \quad (14)$$

$$\Delta = (4371 - 4302,58) \cdot 2800 = 191576 \text{ руб}$$

Исходя из оценки технологической себестоимости получение заготовки открытой штамповкой является выгодным. Так же открытая штамповка имеет ряд преимуществ, не учитываемых при расчётах. Стойкость штампов при открытой штамповке выше. Учитывая эти факторы, в качестве заготовки выбираем штампованную поковку, получаемую в открытых штампах на КГШП.

1.2.3 Составление технологического маршрута обработки

Таблица 10 - Технологический маршрут механической обработки детали

Операция	Наименование	Оборудование
005	4114 Токарная с ЧПУ 1) Подрезать торец $169,5 \pm 1$. 2) Точить $\varnothing 200,7_{-0,5}$ на длину $48^{+0,46}$. 3) Расточить $\varnothing 134^{+0,5}$ на проход.	Токарный полуавтомат с ЧПУ СТП320АП
010	4114 Токарная с ЧПУ 1) Подрезать торец $168^{+0,5}$. 2) Точить $\varnothing 270_{-0,4}$ на проход. 3) Расточить $\varnothing 188^{+0,5}$ на длину 98. 4) Расточить $\varnothing 219,3^{+0,5}$ на длину $68^{+0,74}$.	Токарный полуавтомат с ЧПУ СТП320АП
015	4233 Токарная с ЧПУ 1) Подрезать торец в размер $167h12$ с образованием фаски $1 \times 45^\circ$. 2) Расточить $\varnothing 219^{+0,3}$ и $\varnothing 189^{+0,3}$ предварительно. 3) Расточить по контуру $\varnothing 219,4H9$ на длину $68^{+0,74}$ и $\varnothing 221^{+1}$ на длину 8, выдерживая размеры 45° , R1, R2, с образованием фасок $2,5 \times 45^\circ$ и $3^{+0,5} \times 45^\circ$. Расточить отверстие $\varnothing 189,4^{+0,3}$ на длину $98^{+0,87}$. 4) Расточить канавку по контуру $\varnothing 190,5$ и $\varnothing 175_{-1}$ выдерживая размеры 9, $106^{+0,87}$, R1. 5) Расточить канавку в размеры $\varnothing 200H11$ шириной $9^{+0,36}$ и выдерживая размер $5_{-0,3}$.	Токарный полуавтомат с ЧПУ СТП320АП
020	4233 Токарная с ЧПУ 1) Точить наружную поверхность по контуру, выдерживая размеры $1 \times 45^\circ$, $\varnothing 200,3_{-0,3}$ на длину $48^{+0,46}$, $\varnothing 195_{-1,15}$ на длину $7^{+0,22}$ выдерживая размер $5^{+0,3}$, $\varnothing 195_{-1,15}$ на длину $13^{+0,43}$ и выдерживая размер $15_{-0,43}$, $\varnothing 180h12$ на длину $5^{+0,6}$, $2,5 \times 45^\circ$. 2) Расточить $\varnothing 136H9$ на проход.	Токарный полуавтомат с ЧПУ СТП320АП
025	4234 Фрезерная с ЧПУ 1) Центровать 12 отверстий. 2) Сверлить 6 отверстий $\varnothing 18^{+0,43}$ на проход. 3) Сверлить 6 отверстий под резьбу $\varnothing 13,9^{+0,22}$ на длину 55max.	Вертикальный обрабатывающий центр ФС130МФ3

Продолжение таблицы 10

1	2	3
	4) Зенковать 6 фасок $2 \times 45^\circ$ 5) Фрезеровать резьбу М16-7Н в 6 отверстиях на длину 44mm. 6) Фрезеровать лыску $253_{-0,72}$. 7) Фрезеровать лыску $45 \pm 0,5$ выдерживая размер $36 \pm 0,5$.	
030	0108 Слесарная 1) Притупить острые кромки	Верстак слесарный
035	4234 Фрезерная с ЧПУ Позиция 1. 1) Центровать 10 отверстий. 2) Сверлить 2 отверстия $\varnothing 12^{+0,43}$ на проход. 3) Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 15,75H12$ на глубину $25^{+2,1}$. 4) Развернуть 2 отверстия $\varnothing 16H9$ на глубину 20mm. 5) Сверлить 8 отверстий под резьбу $\varnothing 11,76$ на глубину 28mm. 6) Зенковать 8 фасок $1,6 \times 45^\circ$ в 8 отверстиях $\varnothing 11,76$. 7) Зенковать 2 фаски $2 \times 45^\circ$ в 2 отверстиях $\varnothing 16H9$. 8) Фрезеровать резьбу М12-7Н в 8 отверстиях на длину 20mm. 9) Фрезеровать 4 паза $58 \pm 0,5$ выдерживая размер $79 \pm 0,5$. 10) Фрезеровать паз $60^{+0,74}$ выдерживая размер 80 ± 1 и фаски $2 \times 45^\circ$. Позиция 2. 1) Фрезеровать паз $60^{+0,74}$ выдерживая размер 80 ± 1 и фаски $2 \times 45^\circ$. Позиция 3. 1) Фрезеровать паз $60^{+0,74}$ выдерживая размер 80 ± 1 и фаски $2 \times 45^\circ$. Позиция 4. 1) Фрезеровать паз $60^{+0,74}$ выдерживая размер 80 ± 1 и фаски $2 \times 45^\circ$.	Вертикальный обрабатывающий центр ФС130МФ3
040	0108 Слесарная 1) Притупить острые кромки.	Верстак слесарный
045	4210 Сверлильная 1) Центровать отверстие $\varnothing 3,15$	Вертикально-сверлильный станок

Продолжение таблицы 10

1	2	3
	выдерживая размер $59 \pm 0,5$. 2) Сверлить отверстие $\varnothing 13,9^{+0,22}$ под резьбу $M16 \times 1,5-6H$. 3) Зенковать фаску $1,6 \times 45^\circ$ в отверстии $\varnothing 15,70$ под резьбу $M16 \times 1,5-6H$. 4) Нарезать резьбу $M16 \times 1,5-6H$ в отверстии.	2Н135
050	0108 Слесарная 1) Притупить острые кромки.	Верстак слесарный
055	5000 Термическая обработка	По отдельному технологическому процессу
060	4131 Шлифовальная 1) Шлифовать $\varnothing 190H9$ на длину 30. 2) Шлифовать $\varnothing 220H9$ на длину $68^{+0,74}$.	Внутришлифовальный станок 3К228А
065	4131 Шлифовальная 1) Шлифовать $\varnothing 200h8$ на длину $48^{+0,46}$.	Полуавтомат круглошлифовальный 3А161
070	0180 Маркирование	Верстак слесарный
075	0200 Контроль	Плита контрольная

1.2.4 Выбор баз

005 Токарная

Базирование производится в трехкулачковом патроне по цилиндрической поверхности и по плоскости торца в упор. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

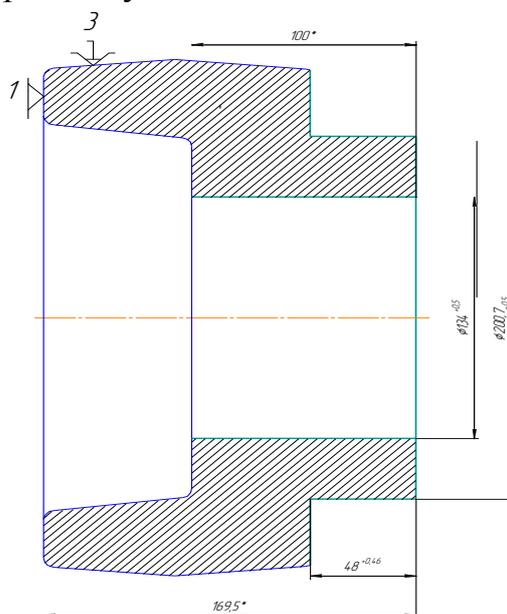


Рисунок 1 Схема установки для 005 операции

010 Токарная

Базирование производится в трехкулачковом патроне по цилиндрической поверхности и по плоскости торца в упор. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

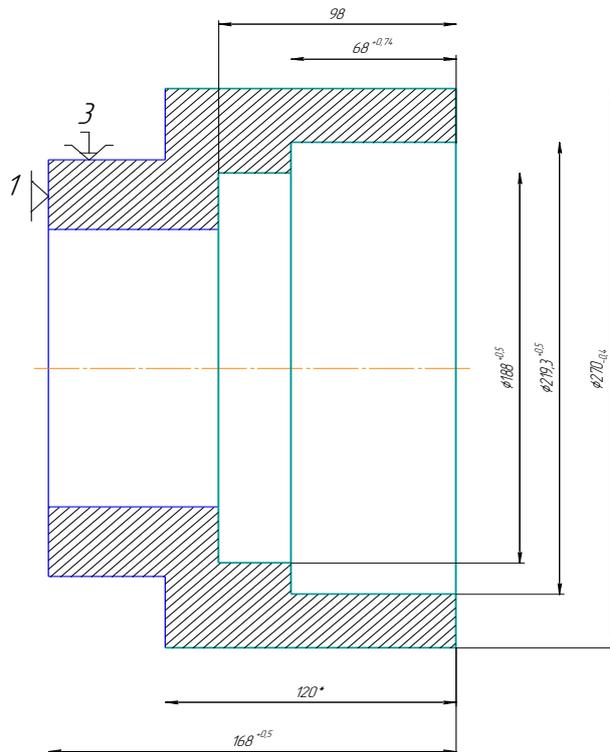


Рисунок 2 Схема установки для 010 операции

015 Токарная с ЧПУ

Базирование производится в трехкулачковом патроне по цилиндрической поверхности и по плоскости торца в упор. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

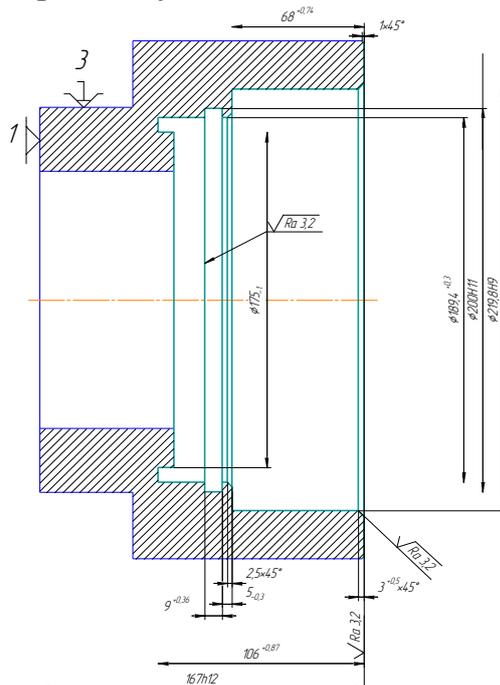


Рисунок 3 Схема установки для 015 операции

020 Токарная с ЧПУ

Базирование производится в трехкулачковом патроне по отверстию и по плоскости торца в упор. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

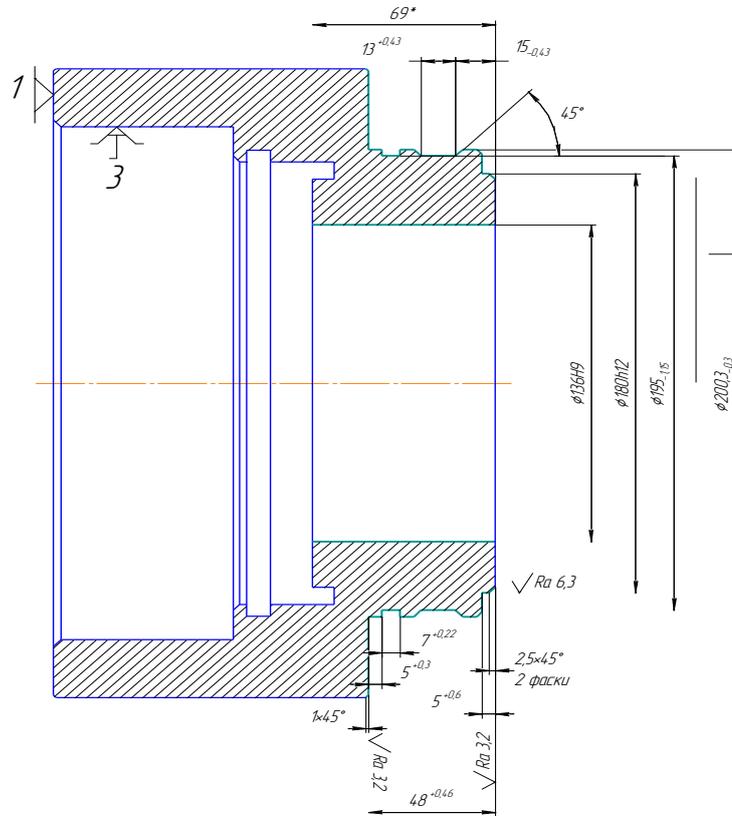


Рисунок 4 Схема установки для 020 операции

025 Фрезерная с ЧПУ

Базирование производится в приспособлении. Базирование детали осуществляется по плоскости и цилиндрическому пальцу, Погрешность базирования $\epsilon_b=243,0\text{мкм}$.

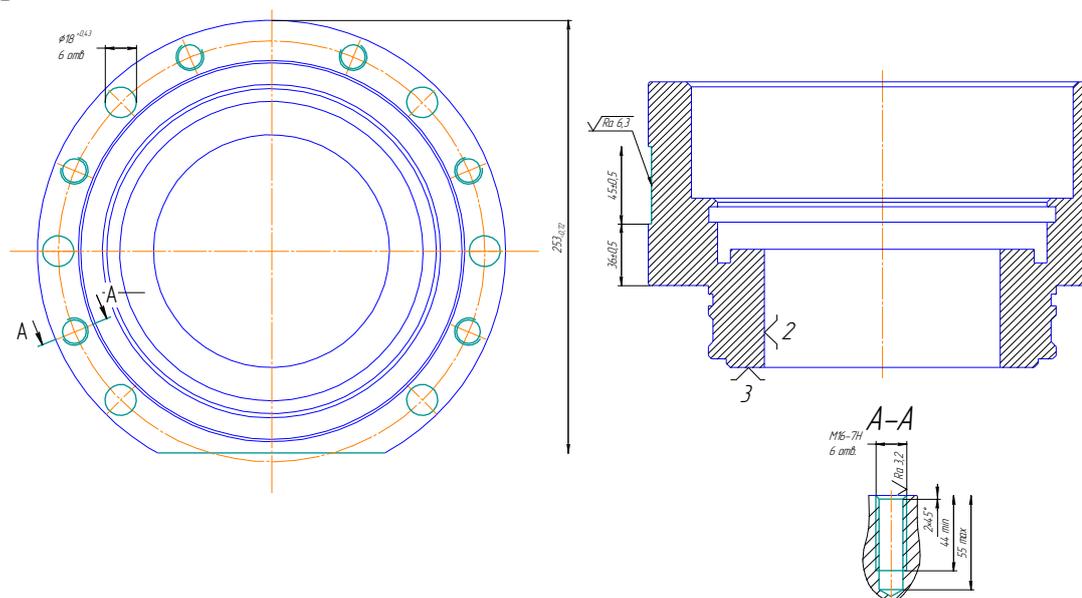


Рисунок 5 Схема установки для 025 операции

035 Фрезерная с ЧПУ

Базирование производится в приспособлении. Базирование детали осуществляется по плоскости, цилиндрическому и ромбическому пальцам. Погрешность базирования $\epsilon_b=384,5\text{мкм}$.

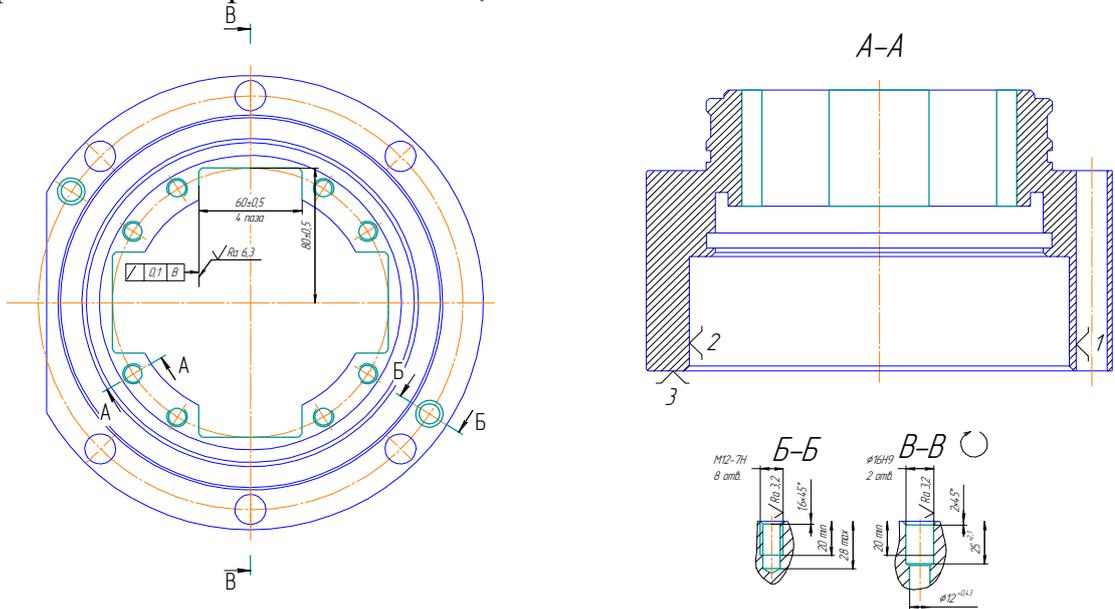


Рисунок 6 Схема установки для 035 операции

045 Сверлильная

Базирование осуществляется по плоскости и в тисках. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

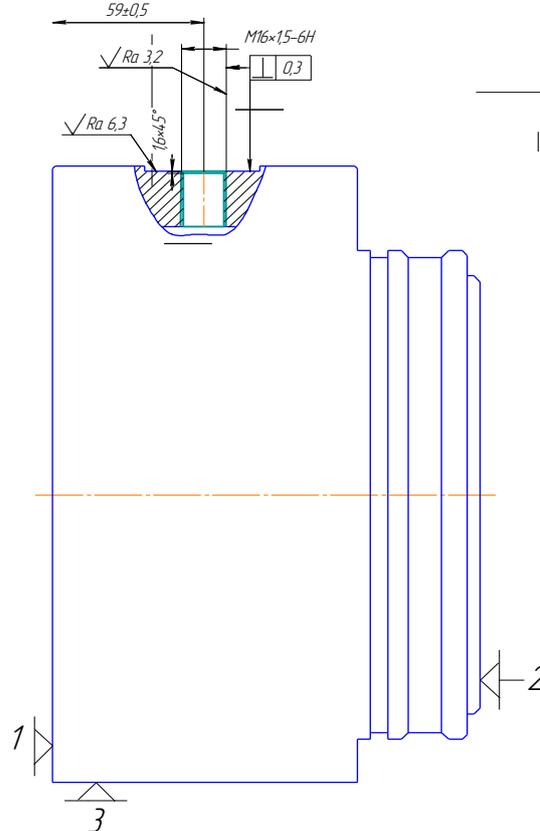


Рисунок 7 Схема установки для 045 операции

060 Шлифовальная

Базирование производится в трехкулачковом патроне по цилиндрической поверхности и по плоскости торца в упор. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

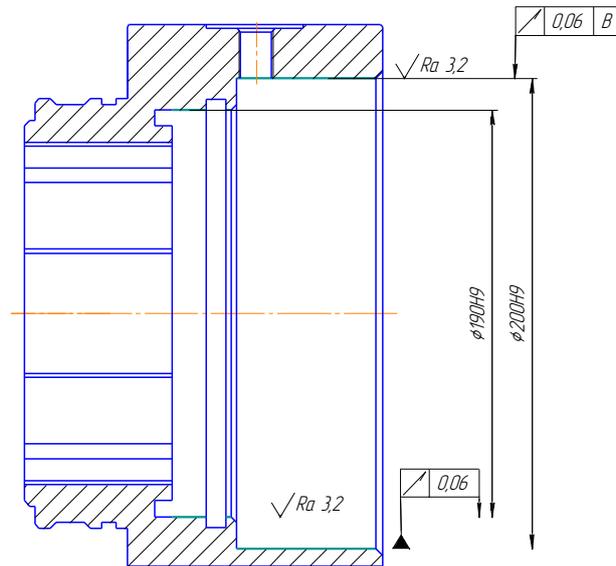


Рисунок 8 Схема установки для 060 операции

065 Шлифовальная

Базирование осуществляется в специальной разжимной оправке. Для всех получаемых размеров погрешность базирования равна нулю.

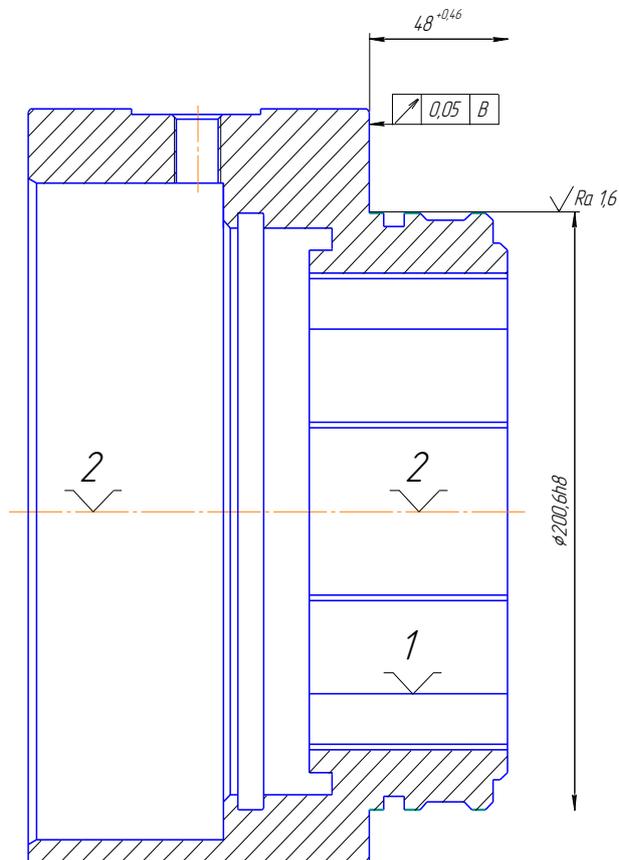


Рисунок 9 Схема установки для 065 операции

1.2.5 Выбор средств технологического оснащения

Таблица 11 – Технические характеристики токарного полуавтомата с ЧПУ модели СТП-320АП

Параметр	Значение
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия:	
над станиной не менее, мм	610
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия	
над станиной не менее, мм	500
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия	
над суппортом не менее, мм	320
Наибольшая длина обработки не более, мм	
наружная	320
внутренняя	260
Наибольшее перемещение суппорта с точки «0» не более, мм	
в продольном направлении	650
в поперечном направлении	350
Количество ступеней частот вращения шпинделя	2
Пределы частот вращения шпинделя, об/мин	15...1442
Диапазон рабочих подач, мм/мин	1,0...3000
Скорость быстрых перемещений суппорта, мм/мин	6000
Количество инструментов в револьверной головке, шт	12
Масса, кг	7500

Таблица 12 – Технические характеристики вертикального обрабатывающего центра ФС130МФ3

Параметр	Значение
Размер стола (Д x Ш), мм	1400×650
Поворотный стол с ЧПУ	
Диаметр поворотного стола, мм	400
Класс точности станка	H
X/Y/Z Перемещение, мм	1300/700/610
Скорость рабочей подачи, мм/мин	1~10000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	25
Диапазон частот вращения шпинделя, об/мин	60-12000
Конус шпинделя	ISO50
Емкость магазина инструмента, шт	24
Габаритные размеры, мм	
длина	3900
ширина	2730
высота	2500
Масса, кг	10000

Таблица 13 – Технические характеристики вертикально сверлильно станка 2Н135

Параметр	Значение
Класс точности	Н
Наибольший диаметр сверления в стали 45 ГОСТ 1050-74, мм	35
Размеры конуса шпинделя по ГОСТ 25557-82	Морзе 4
Расстояние от торца шпинделя, мм:	
до стола	30-750
до плиты	700-4120
Рабочая поверхность стола, мм	450x500
Наибольший ход стола, мм	300
Количество скоростей	12
Пределы частоты вращения шпинделя, 1/мин	31,5-1400
Количество подач	9
Пределы подач, мм/об	0.1-1.6
Габаритные размеры, мм:	
высота	2535
ширина	825
длина	1030
Масса станка, кг	1200

Таблица 14 – Технические характеристики полуавтомата круглошлифовального 3А161

Параметр	Значение
Наибольшие размеры устанавливаемого изделия, мм:	
диаметр	280
длина	1000
Наибольший диаметр шлифования при номинальном диаметре шлифовального круга, мм:	250
Наибольшая длина шлифования, мм	900
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	920
Скорость гидравлического перемещения стола, мм/мин	100-6000
Конусность, мм/м	10
Диаметр шлифовального круга, мм:	
наибольший	600
наименьший	450
Наибольшая ширина шлифовального круга, мм	63
Количество скоростей шпинделя шлифовальной бабки	2
Число оборотов шпинделя шлифовальной бабки в минуту	1120 и 1272
Электродвигатель привода шлифовального круга:	
-число оборотов в минуту	980
-мощность кВт	7
Величина хода шлифовальной бабки по винту, мм	200

Продолжение таблицы 14

1	2
Габаритные размеры, мм:	
длина	4100
ширина	2100
высота	1560
Масса, кг	4500

Таблица 15 – Технические характеристики полуавтомата внутришлифовального станка 3К228А

Параметр	Значение
Наибольшие размеры устанавливаемого изделия, мм:	
диаметр	300
длина	320
Скорость вращения шпинделя изделия, об/мин	60..600
Частота вращения шпинделя, об/мин	4000
Угол поворота бабки изделия, град., не менее	30
Наибольшее продольное перемещение стола, мм	800
Наибольший диаметр шлифовального круга, мм	200x76x63
Габаритные размеры с приставным оборудованием, мм	
длина	3535
ширина	1460
высота	1870
Масса станка, кг	6400

Таблица 16 - Приспособления и инструменты

Номер операции	Оснастка	Количество
005	Патрон 7100-0017 ГОСТ 2675-80;	1
	Кулачки 7100-0045.004 ГОСТ 2675-80;	3
	Резцедержатель E1-50x32 DIN69880;	1
	Резцедержатель C1-50x32 DIN69880;	1
	Державка PCLNL 3225 P12;	1
	Пластина CNMA 120412;	1
	Державка A32T-GGHL0413;	1
	Пластина LCMF-022002L6 M2;	1
	Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-80;	1
	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80;	1
	СОЖ Ratak 6210 5%;	
	Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013;	1
	Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91.	1
010	Патрон 7100-0015 ГОСТ 2675-80;	1
	Резцедержатель E1-50x32 DIN69880;	1
	Резцедержатель C1-50x32 DIN69880;	1

Продолжение таблицы 16

1	2	3
	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,1 ГОСТ 166-80	1
	СОЖ Ratak 6210 5%;	
	Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91.	1
025	Приспособление специальное ФЮРА.А31064.004; Сверло 2301-3578 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-3617 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-3606 ГОСТ 10903-77; Зенковка 2353-0105 ГОСТ 14953-80; Фреза дисковая 125H04N-S90CN10N18; Оправка 69871.50А-FMH4 Пластина XNHQ 1205AZTN Фреза резьбовая 2672-0083 ГОСТ 1336-77; Фреза 80J2R190H50-SLSN134-C Пластина LNET 160616SR-R Пластина SNGX 1305 12PN-R Оправка 11.215.50.02 DIN 69871-A Оправка 11.215.50.01 DIN 69871-A Оправка 11.453.50.20.150 DIN 69871-A Цанга ER-20; Пробка 8133-0932 ГОСТ 14810-69; Пробка 8221-0067 ГОСТ 17756-72; Пробка 8221-1067 ГОСТ 17757-72; Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; СОЖ Ratak 6210 5%; Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013; Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91.	1 1 1 1 1 1 1 8 1 1 2 26 2 1 2 2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
030	Верстак слесарный Напильник ГОСТ 1465-80.	1 1
035	Приспособление специальное ФЮРА.А31064.004; Сверло 2301-3578 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-3579 ГОСТ 10903-77; Сверло 2301-3587 ГОСТ 10903-77; Зенковка 2353-0105 ГОСТ 14953-80; Зенкер 2323-0521 ГОСТ 12489-71; Развертка 2363-3404 ГОСТ 1672-80; Фреза плунжерная AQX R402SN32S; Пластина QO 2062R Фреза резьбовая 2672-0105 ГОСТ 1336-77; Оправка 11.215.50.02 DIN 69871-A Оправка 11.215.50.01 DIN 69871-A Оправка 11.453.50.20.150 DIN 69871-A	1 1 1 1 1 1 1 1 1 2 1 2 2 3

Продолжение таблицы 16

1	2	3
	Цанга ER-20; Оправка 11.453.50.50 DIN 69871-A; Цанга ER-50; Фреза концевая 2220-0015 ГОСТ 17025-71; Угловая головка DIN 69871 Цанга ER-50 1150.12000 Пробка 8221-0053 ГОСТ 17756-72; Пробка 8221-1053 ГОСТ 17757-72; Пробка 8133-0930 ГОСТ 14810-69; Пробка 8133-0926 ГОСТ 14810-69; Штангенциркуль ШЦ-III-500-0,1 ГОСТ 166-80; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; СОЖ Ratak 6210 5%; Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013; Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91.	3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1
040	Верстак слесарный Напильник ГОСТ 1465-80.	1 1
045	Сверло центровочное 2317-0106 ГОСТ 14952; Сверло 2301-3606 ГОСТ 10903-77; Втулка переходная 6100-0144 ГОСТ 13598-85; Патрон сверлильный 16-1-B16 ГОСТ 15935-88; Метчик 2621-1609 ГОСТ 3266-81; Пробка 8221-0068 ГОСТ 17756-72; Пробка 8221-1068 ГОСТ 17756-72; Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-80; СОЖ Ratak 6210 5%; Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013; Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91.	1 1 3 2 1 1 1 1 1 1 1 1
050	Верстак слесарный Напильник ГОСТ 1465-80.	1 1
060	Патрон 7100-0015 ГОСТ 2675-80; Круг ПП 125×20×20 24A25CM26K5 ГОСТ 2424-83; Пробка 8140-0121 ГОСТ 14822-69 Пробка 8140-0127 ГОСТ 14822-69 СОЖ Ratak 6210 2%; Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013; Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91	1 1 1 1 1 1 1
065	Поводковый патрон 7108-0030 ГОСТ 2571-71; Круг ПП 450×50×203 24A25CM26K5 ГОСТ 2424-83; Оправка разжимная специальная Центр Б-1-4-Н ГОСТ 8742-75; Скоба 8113-0304 ГОСТ 18360-93;	1 1 1 2 1

Продолжение таблицы 16

1	2	3
	СОЖ Ratak 6210 2%; Очки защитные ГОСТ 12.4.253-2013; Тара 1-1-120-100-80-2,00М ГОСТ 14861-91.	1 1
070	Верстак слесарный. Клеймы буквенные 7858-0124 ГОСТ 75726-83; Клеймы цифровые 7858-0144 ГОСТ 75726-83; Молоток слесарный 7850-0147 ГОСТ 2310-77;	1 1 1 1

1.2.6 Расчет припусков

Таблица 17 - Расчет припусков на обработку поверхности Ø200h8

Технологи- ческий переход обработки поверхнос- ти	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчётный размер, мм	Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предель- ные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ϵ				min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	350	350	500			202.642	2,8	204.6	205.4		
Точение черновое IT13	50	50	30	0	2×1200	200.242	0,5	200.2	200.7	2400	4700
Точение чистовое IT10	10	20	1.2	0	2×130	199.982	0,3	200	200.3	200	400
Шлифова- ние IT8	6,3	15	0.02	0	2×31	199,92	0,0 8	199,9 2	200	80	300

Общие припуски:

$$Z_{\max} = 5400 \text{ мкм}$$

$$Z_{\min} = 2680 \text{ мкм}$$

Проверка расчета припусков:

$$Z_{\max} - Z_{\min} = 5400 - 2680 = 2720 \text{ мкм}$$

$$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} = 2800 - 80 = 2720 \text{ мкм}$$

Таблица 18 - Расчет припусков на обработку отверстия Ø220H9

Технологический переход обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Мин. припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчётный размер, мм	Допуск TD, мм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	h	Δ_{Σ}	ε				min	max	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
Заготовка	350	350	500			217.370	2.8	214.6	217.4		
Растачивание черновое IT14	40	50	30	0	2x1200	219.770	0.5	219.3	219.8	2400	4700
Растачивание получистовое IT12	20	20	1.5	0	2x120	220.010	0.2	219.8	220	200	500
Растачивание чистовое IT9	5	5	1	0	2x42	220.093	0.115	219.8	220.09	93	178
Шлифование IT9	2	2	0.08	0	2x11	220.115	0.115	220	220.115	22	22

Общие припуски:

$Z_{\max} = 5400$ мкм

$Z_{\min} = 2715$ мкм

Проверка расчета припусков:

$Z_{\max} - Z_{\min} = 5400 - 2715 = 2685$ мкм

$T_{\text{заг}} - T_{\text{дет}} = 2800 - 115 = 2685$ мкм

Расчёт припусков выполнен верно.

1.2.7 Расчёт режимов резаний

Для инструментов, выбранных из каталога Pramet, назначаем режимы резания по каталогу [13].

Расточить Ø136H9 на проход.

Скорость резания выбираем из каталога, в зависимости от обрабатываемого материала (Сталь 40X) и марки используемого твердого сплава

(ССМТ 120412E-UR): $V_{\text{табл.}}=335\text{м/мин.}$ Поправочный коэффициент, учитывающий период стойкости инструмента, $k_{\text{VT}}=0,71$.

Рекомендуемая скорость резания $V_c = V_{\text{табл.}} \cdot k_{\text{VT}} = 335 \cdot 0,71 = 238 \text{ м/мин.}$

Обрабатываемый материал, группа ISO	ТИП РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ согласно ISO		Тонкое точение				Чистовое точение			
			$f = 0,05 \div 0,1 \text{ [мм.об}^{-1}\text{]}$				$f = 0,1 \div 0,2 \text{ [мм.об}^{-1}\text{]}$			
			предварительно обработанная поверхность непрерывное резание		отливка, покровка прерывистое резание		предварительно обработанная поверхность непрерывное резание		отливка, покровка прерывистое резание	
			I	II	III	IV	I	II	III	IV
P	.A .M .G .U .N	CNMA CNMM CNMG DNMA DNMM DNMG DNMU SNMA SNMM SNMG SNMX TNMA TNMM TNMG VNMU RNMA RNMM RNMG WNMA WNMM WNMG	I	8016 FF	I	8016 FF	I	8016 FF	I	3025 FM
			II		II		II	3025 FM	II	8016 FF
			III		III		III	9210 WF	III	9230 WF
			IV		IV		IV		IV	
	.X	KNUX LNUX	I		I		I		I	
			II		II		II		II	
	.W .T	CCMW CCMT SCMW SCMT DCMW DCMT TCMW TCMT VCMW VCMT WCMW WCMT RCMW RCMT RCMX	I	8016 UM	I	8016 UM	I	6615 UR, UM	I	9230 UM
			II	9210 UM	II	8030 SI	II	9210 UR, UM	II	9230 UR
			III		III	8030 UM	III		III	8030 SI
			IV		IV		IV		IV	
V				V		V		V		
VI				VI		VI		VI		

Рисунок 10 Условия резания

Тип операции	Приоритет выбора	Диапазон подачи и глубины резания		6605				6615				9210			
		Подача f [мм/об]	Глубина резания a_p [мм]	S..	T..	V..	R..	S..	T..	V..	R..	S..	T..	V..	R..
				C.. W..	D.. K..	(L.)		C.. W..	D.. K..	(L.)		C.. W..	D.. K..	(L.)	
Тонкое точение	I	0,05		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	0,08	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	III	0,10		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Чистовое точение	I	0,10		435	415	385	480	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	0,15	1,5	390	360	335	420	335	320	295	370	335	315	295	370
	III	0,20		345	330	305	380	315	300	280	350	325	305	285	355

Рисунок 11 Скорость резания

Коррекция относительно периода стойкости k_{VT}			
T_{min}	k_{VT}	T_{min}	k_{VT}
10	1,10	30	0,84
15	1,00	45	0,76
20	0,93	60	0,71

Рисунок 12 Поправочный коэффициент

Рекомендованная подача на оборот для пластин (CCMT 120412E-UR)
 $f = 0,08-0,5$. Принимаем $0,12$ мм/об.

С помощью калькулятора Pramet определяем число оборотов $n = 500$ об/мин.



Рисунок 13. Калькулятор Pramet

Рассчитываем силу резания

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (15)$$

где K_p – поправочный коэффициент;

C_p, n, x, y – определяются по таблицам

$$C_p = 300$$

$$n = -0,15$$

$$x = 1,0$$

$$y = 0,75$$

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\eta p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp} \quad (16)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{285}{750} \right)^{-0,15} = 0,38 \quad (17)$$

$$K_{\phi p} = 0,89$$

$$K_{\eta p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$$K_{rp} = 0,93$$

$$K_p = 0,38 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 0,31$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1 \cdot 0,2 \cdot 0,44 \cdot 0,31 = 81,84, \text{ Н}$$

Определяем мощность станка по формуле:

$$N = \frac{a_p \cdot f_{ot} \cdot v_c}{x} \quad (18)$$

$$N = \frac{1 \cdot 0,12 \cdot 238}{20} = 1,428 \text{ кВт, принимаем } N = 1,5 \text{ кВт}$$

Определяем основное время по формуле:

$$T_o = \frac{L}{n_{cd} \cdot s_{cd}}, \text{ МИН} \quad (19)$$

где L – длина рабочего хода резца, мм.

$$L = l + l_{BR} + l_{ПЕР}, \text{ мм} \quad (20)$$

где $l = 69$ мм – длина обрабатываемой поверхности,

l_{BR} и $l_{ПЕР}$ – длины врезания и перебега, $l_{BR} + l_{ПЕР} = 2,5$ мм

$$L = 69 + 2,5 = 71,5 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{71,5}{500 \cdot 0,12} = 1,19 \text{ мин.}$$

Для инструментов, выбранных из ГОСТов, расчет режимов резания производим по справочнику нормативов режима резания и справочнику технолога-машиностроения [7], [9]. Режимы резания для фрезерования назначаем по каталогу Pramet [14].

Таблица 19 - Режимы резания

Операция	Режимы резания	Источник
005 Токарная с ЧПУ	<ul style="list-style-type: none"> - Подрезать торец $169,5 \pm 1$. $t=2,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=160$ м/мин, $N=1,7$ кВт, $n=250$ об/мин, $P_z=655,65$ Н, $T_o = 0,32$ мин. - Точить $\varnothing 200,7_{-0,5}$ на длину $48^{+0,46}$ $t=2,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=110$ м/мин, $i=2$, $n=190$ об/мин, $P_z=689,23$ Н, $N=1,23$ кВт, $T_o = 1,05$ мин. - Расточить $\varnothing 134^{+0,5}$ на проход $t=2,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=160$ м/мин, $N=1,5$ кВт, $n=400$ об/мин, $P_z=567,89$ Н, $i=2$, $T_o = 1,00$ мин. 	[13]
010 Токарная с ЧПУ	<ul style="list-style-type: none"> - Подрезать торец $168^{+0,5}$ $t=2,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=160$ м/мин, $N=1,7$ кВт, $n=250$ об/мин, $P_z=655,65$ Н, $T_o = 0,27$ мин. - Точить $\varnothing 270_{-0,4}$ на проход $t=2,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=150$ м/мин, $N=1,61$ кВт, $n=175$ об/мин, $P_z=657,9$ Н, $i=2$, $T_o = 2,72$ мин. - Расточить $\varnothing 188^{+0,5}$ на длину 98 $t=1,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=160$ м/мин, $N=1,0$ кВт, $n=290$ об/мин, $P_z=393,39$ Н, $i=1$, $T_o = 0,67$ мин. - Расточить $\varnothing 219,3^{+0,5}$ на длину $68^{+0,74}$ $t=1,5$ мм, $S_o=0,5$ мм/об, $V=150$ м/мин, $N=1,00$ кВт, $n=220$ об/мин, $P_z=394,74$ Н, $i=1$, $T_o = 0,65$ мин. 	[13]
015 Токарная с ЧПУ	<ul style="list-style-type: none"> - Подрезать торец $167h12$ с образованием фаски $1 \times 45^\circ$ $t = 2,5$ мм, $S_o = 0,6$ мм/об, $V = 180$ м/мин, $n = 280$ об/мин, $P_z = 725,5$ Н, $N = 2,1$ кВт, $T_o = 0,14$ мин. - Расточить $\varnothing 219^{+0,3}$ и $\varnothing 189^{+0,3}$ предварительно. $t = 2$ мм, $S_o = 0,5$ мм/об, $V = 200$ м/мин, $n = 340$ об/мин, $P_z = 504,1$ Н, $N = 1,65$ кВт, 	[13]

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>$T_0 = 0,85$ мин.</p> <p>- Расточить по контуру $\varnothing 219,8H9$ на длину $68^{+0,74}$ и $\varnothing 221^{+1}$ на длину 8, выдерживая размеры 45°, R1, R2 с образованием фасок $2,5 \times 45^\circ$ и $3^{+0,5} \times 45^\circ$. Расточить $\varnothing 189,4^{+0,3}$ на длину 30. $t = 2$ мм, $S_0 = 0,12$ мм/об, $V = 230$ м/мин, $i=1$, $n = 300$ об/мин, $P_z = 164,5$ Н, $N = 1,00$ кВт, $T_0 = 3,05$ мин</p> <p>- Расточить канавку по контуру $\varnothing 190,5$ и $\varnothing 175_{-1}$ выдерживая размеры 9, $106^{+0,87}$, R1. $t = 8$мм, $S_0 = 0,18$ мм/об, $V = 210$м/мин, $i=2$, $n = 360$об/мин, $N = 3,1$кВт, $P_z = 900,7$Н, $T_0 = 0,3$мин.</p> <p>- Расточить канавку $\varnothing 200H11$ на длину $9^{+0,36}$ и выдерживая размер $5_{-0,3}$. $t = 5$мм, $S_0 = 0,2$ мм/об, $V = 240$м/мин, $i=2$, $n = 400$об/мин, $N = 2,3$кВт, $P_z = 592,67$Н, $T_0 = 0,3$мин.</p>	
020 Токарная с ЧПУ	<p>- Точить наружную поверхность по контуру, выдерживая размеры $1 \times 45^\circ$, $\varnothing 200,3_{-0,3}$ на длину $48^{+0,46}$, $\varnothing 190h12$ на длину $7^{+0,22}$ выдерживая размер $5^{+0,3}$, $\varnothing 195_{-1,15}$ на длину $13^{+0,43}$ и выдерживая размер $15_{-0,4}$, $\varnothing 180h12$ на длину $5^{+0,6}$, $2,5 \times 45^\circ$. $t = 2,5$ мм, $S_0 = 0,25$ мм/об, $V = 210$ м/мин, $i=2$, $n = 400$ об/мин, $P_z = 364,8$ Н, $N = 1,25$ кВт, $T_0 = 1,1$мин.</p> <p>- Расточить $\varnothing 136H9$ на длину 69. $t = 1$ мм, $S_0 = 0,12$ мм/об, $V = 238$ м/мин, $i=1$, $n = 500$ об/мин, $P_z = 81,84$ Н, $N = 1,5$ кВт, $T_0 = 1,19$ мин</p>	[13]
025 Фрезерная с ЧПУ	<p>- Центровать 12 отверстий. $S_0 = 0,1$ мм/об, $V = 7,65$м/мин, $t = 2$мм, $n = 240$ об/мин, $N = 1$ кВт, $T_0 = 0,96$ мин</p> <p>- Сверлить 6 отверстий $\varnothing 18^{+0,43}$ на проход $S_0 = 0,41$ мм/об, $V = 17,2$ м/мин, $t = 9$ мм, $n = 304$ об/мин, $i=12$, $N = 1,69$ кВт, $T_0 = 5,2$ мин,</p> <p>- Сверлить 6 отверстий под резьбу $\varnothing 13,90^{+0,22}$ на длину 55мм. $S_0 = 0,35$ мм/об, $V = 17,6$ м/мин, $t = 7$ мм, $n = 400$ об/мин, $i=8$, $N = 1,24$ кВт, $T_0 = 2,4$ мин</p>	[7] [9] [14]

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>- Зенковать 6 фасок $2 \times 45^\circ$ $S_o = 0,09$ мм/об, $V = 13,4$ м/мин, $t = 2$ мм, $n = 305$ об/мин, $N = 0,44$ кВт, $T_o = 0,4$ мин.</p> <p>- Фрезеровать резьбу М16-7Н в 6 отверстиях на длину 44mm. $S_z = 0,035$ мм/зуб, $V = 26$ м/мин, $t = 2$ мм, $n = 520$ об/мин, $N = 0,3$ кВт, $T_o = 0,25$ мин</p> <p>- Фрезеровать лыску 253_{-0,72}. $t = 17$ мм, $B = 131,6$ мм, $S_m = 800$ мм/мин, $S_z = 0,25$ мм/зуб, $V = 210$ м/мин, $n = 800$ об/мин, $N = 8,35$ кВт, $i = 3$, $T_o = 1,97$ мин.</p> <p>- Фрезеровать лыску $45 \pm 0,5$ выдерживая размер $36 \pm 0,5$. $t = 2$ мм, $B = 55$ мм, $S_m = 450$ мм/мин, $i = 3$, $N = 0,5$ кВт, $V = 200$ м/мин, $S_z = 0,12$ мм/зуб, $n = 500$ об/мин, $T_o = 5,6$ мин.</p>	
<p>035 Фрезерная с ЧПУ</p>	<p>- Центровать 10 отверстий. $S_o = 0,1$ мм/об, $V = 7,65$ м/мин, $t = 2$ мм, $n = 240$ об/мин, $N = 1$ кВт, $T_o = 0,8$ мин</p> <p>- Сверлить 8 отверстий $\varnothing 10,20^{+0,36}$ под резьбу М12-7Н на глубину 28mm. $S_o = 0,23$ мм/об, $V = 22,3$ м/мин, $t = 5$ мм, $n = 710$ об/мин, $i = 6$; $N = 0,68$ кВт, $T_o = 1,46$ мин.</p> <p>- Сверлить 2 отверстия $\varnothing 12^{+0,43}$. $S_o = 0,26$ мм/об, $V = 18,9$ м/мин, $t = 6$ мм, $n = 500$ об/мин, $i = 19$, $N = 0,8$ кВт, $T_o = 1,75$ мин</p> <p>- Зенкеровать 2 отверстия $\varnothing 15,75H12$ на глубину 25^{+2,1}. $S_o = 0,54$ мм/об, $V = 22,8$ м/мин, $t = 2$ мм, $n = 460$ об/мин, $N = 1,05$ кВт, $T_o = 0,2$ мин</p> <p>- Развернуть 2 отверстия $\varnothing 16H9$ на глубину 20mm. $S_o = 0,68$ мм/об, $V = 14,1$ м/мин, $t = 0,125$ мм, $n = 280$ об/мин, $N = 0,3$ кВт, $T_o = 0,21$ мин</p> <p>- Зенковать 8 фасок $1,6 \times 45^\circ$ в 8 отверстиях $\varnothing 11,76$. $S_o = 0,09$ мм/об, $V = 13,4$ м/мин, $t = 1,6$ мм, $n = 305$ об/мин, $N = 0,44$ кВт, $T_o = 0,46$ мин.</p> <p>- Зенковать 2 фаски $2 \times 45^\circ$ в 2 отверстиях $\varnothing 16H9$. $S_o = 0,09$ мм/об, $V = 13,4$ м/мин, $t = 2$ мм, $n = 305$ об/мин, $N = 0,44$ кВт, $T_o = 0,14$ мин.</p>	<p>[7] [9] [14]</p>

Продолжение таблицы 19

1	2	3
	<p>- Фрезеровать резьбу М12-7Н в 8 отверстиях на длину 20mm. $S_z = 0,031$ мм/зуб, $V = 32$ м/мин, $t = 1,75$ мм, $n = 850$ об/мин, $N = 0,3$ кВт, $T_o = 6,07$ мин</p> <p>- Фрезеровать 4 паза $58 \pm 0,5$ выдерживая размер $79 \pm 0,5$. $t = 16$ мм, $B = 69$ мм, $S_m = 320$ мм/мин, $S_z = 0,15$ мм/зуб, $i = 3$, $V = 150$ м/мин, $N = 3,9$ кВт, $n = 1150$ об/мин, $T_o = 5,2$ мин.</p> <p>- Фрезеровать 4 паза $60^{+0,74}$ выдерживая размер 80 ± 1 и фаски $2 \times 45^\circ$. $t = 1,57$ мм, $B = 69$ мм, $S_m = 610$ мм/мин, $S_z = 0,29$ мм/зуб, $V = 42$ мм/мин, $n = 340$ об/мин, $N = 4,2$ кВт, $T_o = 2,8$ мин.</p>	
<p>045 Сверлильная</p>	<p>- Центровать отверстие, выдерживая размер $59 \pm 0,5$. $S_o = 0,03$ мм/об, $V = 13,9$ м/мин, $N = 1$ кВт, $n = 1400$ об/мин, $T_o = 0,13$ мин</p> <p>- Сверлить отверстие $\varnothing 13,90^{+0,22}$ $S_o = 0,35$ мм/об, $V = 17,6$ м/мин, $t = 7$ мм, $n = 400$ об/мин, $i = 8$, $N = 1,24$ кВт, $T_o = 0,05$ мин</p> <p>- Зенковать фаску $1,6 \times 45^\circ$ в отверстии $\varnothing 13,90^{+0,22}$. $S_o = 0,09$ мм/об, $V = 13,4$ м/мин, $t = 1,6$ мм, $n = 305$ об/мин, $N = 0,44$ кВт, $T_o = 0,05$ мин.</p> <p>- Нарезать резьбу М16\times1,5-6Н в отверстии. $S_o = 1,5$ мм/об, $V = 11,0$ м/мин, $t = 0,8$ мм, $n = 220$ об/мин, $N = 0,6$ кВт, $T_o = 0,15$ мин.</p>	<p>[7] [9]</p>
<p>060 Шлифовальная</p>	<p>- Шлифовать $\varnothing 190H9$ на длину 30. $t = 0,010$ мм, $V_{кр} = 30$ м/мин, $V_3 = 25$ м/мин, $n_{ш} = 1120$ об/мин, $S_{прод} = 15,75$ мм/об, $N = 4,6$ кВт, $S_{поп} = 0,010$ мм/ход, $T_o = 0,56$ мин.</p> <p>- Шлифовать $\varnothing 220H9$ на длину $68^{+0,74}$. $t = 0,010$ мм, $V_{кр} = 30$ м/мин, $V_3 = 30$ м/мин, $n_{ш} = 1120$ об/мин, $S_{прод} = 15,15$ мм/об, $N = 4,6$ кВт, $S_{поп} = 0,010$ мм/ход, $T_o = 0,56$ мин.</p>	<p>[7] [9]</p>
<p>065 Шлифовальная</p>	<p>- Шлифовать $\varnothing 200h8$ на длину $48^{+0,46}$. $t = 0,008$ мм, $V_{кр} = 40$ м/мин, $V_3 = 30$ м/мин, $n_{ш} = 1058,3$ об/мин, $S_{прод} = 14,6$ мм/об, $N = 5,6$ кВт, $S_{поп} = 0,008$ мм/ход, $T_o = 0,35$ мин.</p>	<p>[7] [9]</p>

1.2.8 Нормирование технологического процесса

Одной из составляющих частей разработанного технологического процесса, является определения нормы времени на выполнение заданных работ.

Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени.

Расчет ведется по следующим формулам:

$$T_{оп} = T_o + T_B, \quad (21)$$

где $T_{оп}$ - оперативное время на операцию, мин.;

T_o - общее основное время на операцию, мин.;

T_B - вспомогательное время на операцию, мин.

$$T_B = T_{уст} + T_{опер} + T_{изм}, \quad (22)$$

где $T_{уст}$ - время на установку и снятия детали, мин.;

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

$T_{изм}$ - время на измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{шт} = (T_{ца} + T_B \cdot K_{ис}) \cdot \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right), \quad (23)$$

где $T_{ца}$ - время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$$T_{ца} = T_o + T_{мс}, \quad (24)$$

где T_o - основное время на обработку одной детали, мин.

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

T_B - вспомогательное время, мин.

$K_{ис}$ - поправочный коэффициент вспомогательного времени,

$A_{обс}$ - время на обслуживания рабочего места, %

$A_{отд}$ - время на отдых и личные надобности, %

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{n-3}}{n}, \text{ мин} \quad (25)$$

где n - размер партии запуска, шт.;

$T_{шт}$ - норма штучного времени, мин.

T_{n-3} - норма подготовительно-заключительного времени, мин

Таблица 20 - Результаты нормирования

№	Содержание работы	Источник	Время, мин
005	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		2,07
	2. Машинно-вспомогательное время по программе	Карта 14,	2,78
	3. Вспомогательное время: связанное с операцией на установку и снятие изделия	поз.1–6 Карта 13, поз 7, 36	3,3 0,95
	на измерение	Карта 15, поз.7, 9, 181, 182, 186– 188, 284	2,16
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 16, с.90	1,0
010	Токарная с ЧПУ		
	1. Основное время		4,06
	2. Машинно-вспомогательное время по программе	Карта 14,	2,78
	3. Вспомогательное время: связанное с операцией на установку и снятие изделия	поз.1–6 Карта 13, поз 7, 36	3,3 0,95
	на измерение	Карта 15, поз.7, 9, 181, 182, 186– 188, 284	2,16
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 16, с.90	1,0
005	Суммарное вспомогательное время		6,41
	4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности	Карта 25, поз.2–4	4%
	5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств	Карта 25, поз.8, 20, 21, 23–25, 28, 30, 31	4,56 15,65
	Суммарное подготовительно-заключительное время		20,21
	6. Штучно-калькуляционное время		10,4
	010	Суммарное вспомогательное время	
010	4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности	Карта 25, поз.2–4	4%

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
	5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств Суммарное подготовительно- заключительное время 6. Штучно-калькуляционное время	Карта 25, поз.8, 20, 21, 23–25, 28, 30, 31	4,56 15,65 20,21 16,4
015	Токарная с ЧПУ 1. Основное время 2. Машинно-вспомогательное время по программе 3. Вспомогательное время: связанное с операцией на установку и снятие изделия на измерение Коэффициент на вспомогательное время Суммарное вспомогательное время 4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности 5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств Суммарное подготовительно- заключительное время 6. Штучно-калькуляционное время	Карта 14, поз.1–6 Карта 13, поз 7, 36 Карта 15, поз.7, 9, 181, 182, 186– 188, 284 Карта 16, с.90 Карта 25, поз.2–4 Карта 25, поз.8, 20, 21, 23–25, 28, 30, 31	4,52 2,78 3,3 0,95 2,16 1,0 6,41 4% 4,56 15,65 20,21 15,94
020	Токарная с ЧПУ 1. Основное время 2. Машинно-вспомогательное время по программе 3. Вспомогательное время: связанное с переходом на установку и снятие изделия	Карта 14, поз.1–6 Карта 13, поз.7, 36	1,93 2,64 3,3 0,95

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
	<p>на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>7. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 15, поз.7, 9, 181, 182, 186– 188, 284</p> <p>Карта 16, с.90</p> <p>Карта 25, поз.2–4</p> <p>Карта 25, поз.8, 20, 21, 23–25, 28, 30, 31</p>	<p>2,16</p> <p>1,0</p> <p>6,41</p> <p>4%</p> <p>4,56</p> <p>15,65</p> <p>20,21</p> <p>6,42</p>
025	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>3. Вспомогательное время: связанное с переходом на установку и снятие изделия на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств</p>	<p>Карта 14, поз.1–6</p> <p>Карта 13, поз.7, 36</p> <p>Карта 15, поз.7, 9, 181, 182, 186– 188, 284</p> <p>Карта 16, с.9</p> <p>Карта 25, поз.2–4</p> <p>Карта 25, поз.8, 20, 21, 23–25, 28, 30, 31</p>	<p>11,18</p> <p>4,85</p> <p>0,8</p> <p>1,2</p> <p>4,32</p> <p>1,0</p> <p>6,32</p> <p>4%</p> <p>2,45</p> <p>15,65</p>

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
	<p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучно-калькуляционное время</p>		<p>17,61</p> <p>33,3</p>
030	<p>Слесарная</p> <p>1.Оперативное время</p> <p>2. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности</p> <p>3.. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 25, поз.2–4</p>	<p>5,6</p> <p>4%</p> <p>5,82</p>
035	<p>Фрезерная с ЧПУ</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Машинно-вспомогательное время по программе</p> <p>3. Вспомогательное время: связанное с переходом на установку и снятие изделия на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>4. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств</p> <p>Суммарное подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 14, поз.1–6</p> <p>Карта 13, поз.7, 36</p> <p>Карта 15, поз.7, 9, 181, 182, 186– 188, 284</p> <p>Карта 16, с.9</p> <p>Карта 25, поз.2–4</p> <p>Карта 25, поз.8, 20, 21, 23–25, 28, 30, 31</p>	<p>19,09</p> <p>4,85</p> <p>0,8</p> <p>1,2</p> <p>4,32</p> <p>1,0</p> <p>6,32</p> <p>4%</p> <p>2,45</p> <p>15,65</p> <p>17,61</p> <p>55,45</p>
040	<p>Слесарная</p> <p>1.Оперативное время</p> <p>2. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности</p> <p>3.. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 25, поз.2–4</p>	<p>8,2</p> <p>4%</p> <p>8,52</p>

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
045	<p>Сверлильная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2.. Вспомогательное время:</p> <p>на установку и снятие детали</p> <p>на переход</p> <p>на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время перерывов на отдых и личные надобности</p> <p>5. Подготовительно-заключительное время</p> <p>6. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 17, поз. 2</p> <p>Карта 31, поз. 41</p> <p>Карта 1 Карта 32 Карта 89</p>	<p>0,38</p> <p>0,95</p> <p>0,75</p> <p>0,5</p> <p>0,94</p> <p>2,43</p> <p>6%</p> <p>4%</p> <p>3,77</p> <p>3,32</p>
050	<p>Слесарная</p> <p>1.Оперативное время</p> <p>2. Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности</p> <p>3.. Штучно-калькуляционное время</p>	<p>Карта 25, поз.2–4</p>	<p>2,0</p> <p>4%</p> <p>2,08</p>
060	<p>Шлифовальная</p> <p>1. Основное время</p> <p>2. Вспомогательное время:</p> <p>на установку и снятие детали</p> <p>на переход</p> <p>на измерение</p> <p>Коэффициент на вспомогательное время</p> <p>Суммарное вспомогательное время</p> <p>3. Время на обслуживание рабочего места</p> <p>4. Время перерывов на отдых и личные надобности</p>	<p>Карта 6, поз. 1</p> <p>Карта 45, поз. 59 Карта 87, поз. 16 Карта 87, поз. 188</p> <p>Карта 1</p> <p>Карта 46</p>	<p>1,12</p> <p>0,65</p> <p>0,3</p> <p>0,27</p> <p>0,15</p> <p>1,37</p> <p>9%</p> <p>4%</p>

Продолжение таблицы 20

1	2	3	4
	5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку		2,57
	7. Штучно-калькуляционное время		2,68
065	Шлифовальная 1. Основное время	Карта 6, поз. 1	0,35
	2. Вспомогательное время: на установку и снятие детали		0,65
	на переход	Карта 45, поз. 59	0,15
	на измерение	Карта 87, поз. 16	0,27
	Коэффициент на вспомогательное время	Карта 87, поз. 188	0,15
	Суммарное вспомогательное время		1,37
	3. Время на обслуживание рабочего места	Карта 1	9%
	4. Время перерывов на отдых и личные надобности	Карта 46	4%
	5. Подготовительно-заключительное время: на организационную подготовку		2,57
	7. Штучно-калькуляционное время		1,96

1.3 Расчет приспособления

1.3.1 Обоснование и описание конструкции приспособления

Приспособление предназначено для обработки детали в операции 025 и 035. Приспособление переналаживаемое, разрабатывается в соответствии с принятой схемой базирования и состоит:

- Для операции 025 из опорной плиты, установочного пальца, двух прихватов. Деталь устанавливается и базируется на цилиндрический палец и опорную плиту. Усилие зажима создается двумя прихватами.
- Для операции 035 из опорной плиты, двух установочных пальца (цилиндрического и срезанного), двух прихватов. Деталь устанавливается и базируется на два пальца и опорную плиту. Усилие зажима создается двумя прихватами.

Транспортировка приспособления осуществляется при помощи рым-болтов.

1.3.2. Силовой расчёт механизма

Определяем силы

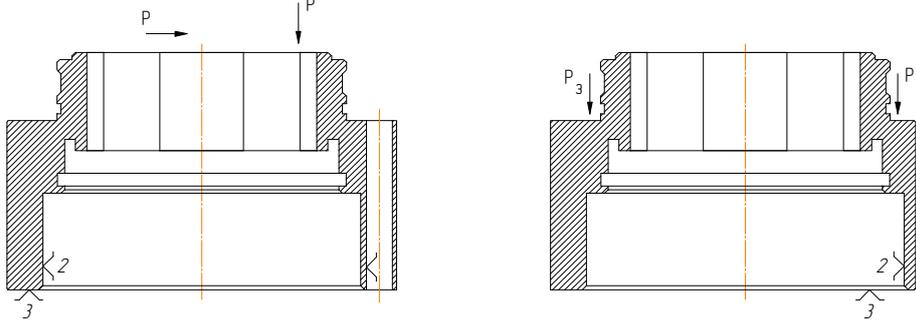


Рисунок 14 Схема сил

$$P_3 = (2KM - f_{on} \cdot R \cdot D_{on}) / (f_{zm} \cdot D_{np} + f_{on} \cdot D_{on}), \quad (26)$$

где R – сила резания, Н;

f_{on} и f_{zm} – коэффициенты трения соответственно в местах контакта заготовки с опорами и с зажимными механизмами.

M – момент;

D_{on} – диаметр между опорами;

D_{np} – диаметр между прихватами;

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (27)$$

где K_0 – коэффициент гарантированного запаса, равный 1,5;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания из за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях, равный 1;

K_2 – коэффициент, характеризующий увеличение силы резанья в следствии затупления режущего инструмента, равный 1,2;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение силы резанья при прерывистом резание, равный 1;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы закрепления, равный 1,3;

K_5 – учитывающийся при наличии момента стремящегося повернуть заготовку, равный 1.

K_6 - характеризует эргономику немеханизированного зажимного устройства, равный 1.

$$K = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34.$$

$$P_3 = (2 \cdot 2,34 \cdot 254670 - 0,16 \cdot 3265 \cdot 123) / (0,16 \cdot 227 + 0,16 \cdot 123) = 2013 \text{ Н.}$$

Определение момента затяжки

$$M = P_3 \left\{ 0,5 \cdot d_2 \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi_{np}) + f_1 (D_{н.т.}^3 + d_{в.т.}^3) / \left[3(D_{н.т.}^2 + d_{в.т.}^2) \right] \right\}, \quad (28)$$

Где P_3 – сила закрепления заготовки;

d_2 – внутренний диаметр опорного торца гайки;

α , φ_{np} – углы подъема резьбы;

f_1 – коэффициент трения, $f_1 = 0,15$;

$D_{н.т.}$, $d_{в.т.}$ – наружный и внутренний диаметры опорного торца гайки;

$$\alpha = \arctg P / (\pi \cdot d_2) \quad (29)$$

$$\alpha = \arctg 1.75 / (3.14 \cdot 10.863) = 2.63^\circ$$

$$M = 2013 \cdot \left\{ 0.5 \cdot 12 \cdot \operatorname{tg}(2.63 + 6.40) + 0.15(18.05^3 - 14^3) / \left[3(18.05^2 - 14^2) \right] \right\} = 4370 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Расчет прочности резьбы

При расчет резьбы на прочность должно выполняться условие:

$$\sigma_{см} = F / \pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z \leq [\sigma_{см}] \quad (30)$$

Материал гайки М16 сталь 40Х $[\sigma_{см}] = 230 \text{ МПа}$

$d_2 = 10.863 \text{ мм};$

$h = 0.947 \text{ мм};$

$$z = H / p = 10.28$$

$$\sigma_{см} = 4370 / 3.14 \cdot 10.863 \cdot 0.947 \cdot 10.28 = 13.56 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполняется.

1.3.3. Расчёт приспособления на точность

При расчёте приспособления на точность необходимо определить погрешность установки заготовки в приспособлении, которая определяется как:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{\delta}^2 + \varepsilon_{3.0}^2} + \varepsilon_{3.и} + \varepsilon_{и} + \varepsilon_{у.с.}, \quad (31)$$

где ε_{δ} – погрешность базирования, мм;

$\varepsilon_{3.0}$ – основная погрешность закрепления, мм;

$\varepsilon_{3.и}$ – систематические составляющие погрешности закрепления, мм;

$\varepsilon_{и}$ – погрешность положения, связанная с износом установочных элементов, мм;

$\varepsilon_{у.с.}$ – погрешность изготовления и сборки приспособления.

Определяем погрешности закрепления.

$$\varepsilon_{3.и} = 0$$

$$\varepsilon_{3.0} = \sqrt{(\varepsilon_3^I)^2 + (\varepsilon_3^{II})^2 + (\varepsilon_3^{III})^2}, \quad (32)$$

$$\varepsilon_3^I = \left(0.4(4 + R_{\max z}) / ((2 + v_3) \times Q(2 + v_3) / (3 + v_3)) \times \left(\times (100 / (Ac' \sigma_m b_{\Sigma}))^{1/(3+v_3)} + 0.9(R_{B3} / Q)^{1/3} (W_3 \theta / A^{2/3}) \Delta Q \right) \right) \quad (33)$$

$$\varepsilon_3^{II} = \left(Q / ((Ac' \sigma_m b_{\Sigma}))^{1/(3+v_3)} \right) \times \Delta R_{\max z} \quad (34)$$

$$\varepsilon_3^{III} = 4.3 \cdot 10^{-2} (\theta Q / A)^{2/3} (W_3 / R_{B3})^{2/3} \times \Delta R_{B3} + 2(R_{B3} / W_3)^{1/3} \Delta W_3 \quad (35)$$

где $R_{\max z}$ – наибольшая высота неровности профиля заготовки, мкм;

v_3 – безразмерный параметр опорной кривой;

Q – сила действующая по нормали на опору, Н;

A – номинальная площадь опоры, мм²;
 C' – безразмерный коэффициент стеснения;
 σ_T – предел текучести материала заготовки, Мпа;
 b_Σ – безразмерный приведённый параметр кривой опорной поверхности;
 R_{B3} – длина волны поверхности заготовки, мкм;
 W_3 – высота волны поверхности заготовки, мкм.

В результате расчётов получены значения:

$$\varepsilon_3^I = 2,2 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3^{II} = 2 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_3^{III} = 5,9 \text{ мкм}.$$

$$\varepsilon_{3,o} = \sqrt{2,2^2 + 2^2 + 5,9^2} = 6,6 \text{ мкм}.$$

Находим погрешности положения, вызванные износом опорных элементов.

$$\varepsilon_n = 0,46 R_{\max} (Qt^2 / \pi D^2 HB)^{1/3} \times (1/b_1^{2/3} - 1/(b_1 + 2u)^{2/3}) \quad (36)$$

Находим нормальный износ опоры:

$$u = \frac{N}{C_\phi}, \quad (37)$$

где N – количество установок до замены опоры;

C_ϕ – фактическая износостойкость опоры.

$N = 3000$ шт.

$$C_\phi = \frac{C}{K}, \quad (38)$$

где C – износостойкость опоры;

K – поправочный коэффициент.

$$u = \frac{3000}{9,7} = 309,27 \text{ мкм}.$$

$\varepsilon_n = 112,2$ мкм.

$\varepsilon_{y.c.} = 100$ мкм.

$$\varepsilon_y = \sqrt{384,5 + 6,6^2 + 0 + 112,2 + 100} = 232,88 \text{ мкм}.$$

Приспособление удовлетворяет требованиям точности, т. к. погрешность установки не превышает допуска на выполняемые размеры $TD = 500$ мкм.

1.4 Организационная часть

1.4.1 Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

Расчетное количество станков для обработки годовой программы деталей определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{\text{шт-к}} \cdot N}{60 \cdot F_d}, \quad (39)$$

где C_p – расчётное количество станков данного типа, шт;

F_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования, час:

$$F_d = F_n \cdot K_n, \quad (40)$$

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

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

Коэффициент загрузки оборудования:

$$K_{zo} = \frac{C_p}{C_{\Pi}} \cdot 100, \quad (41)$$

где C_{Π} – принятое число станков.

Результаты расчёта приведены в таблице 21

Таблица 21 - Определение необходимого количества оборудования и коэффициентов его загрузки

№ операции	$T_{шт-к}$, мин	C_p	C_{Π}	K_{zo} , %
005	10,4	0,27	1	71
010	16,4	0,44		
015	15,94	0,43	1	60
020	6,42	0,17		
025	33,3	0,86	1	86
035	55,45	1,44	1	144
045	3,32	0,08	1	8,0
060	2,68	0,07	1	7,0
065	1,96	0,051	1	5,1

Средний коэффициент загрузки $K_{zo. ср.} = 54,4\%$.

Коэффициент загрузки оборудования получился небольшим, поэтому следует произвести дозагрузку оборудования за счёт изготовления изделий другой номенклатуры.

1.4.2 Определение численности рабочих

Число основных производственных рабочих в серийном производстве можем определить как по общей трудоемкости, так и по станкоемкости оборудования:

$$P = C_{n.общ.}, \quad (42)$$

где C - количество станков.

Принимаем число станочников.

На операции 005, 010, 015, 020 $P_1 = 1$ чел.;

На операции 025 $P_2 = 1$ чел.;

На операции 035 $P_3 = 1$ чел.;

На операции 045 $P_4 = 1$ чел.;

На операции 060 $P_5=1$ чел;

На операции 065 $P_6=1$ чел;

Число основных рабочих, работающих а одну смену $P=6$ чел.

Расчет потребного количества вспомогательных рабочих:

Они составляют 25÷35% от числа основных рабочих

$$P_{всп} = P_{ос} \cdot 30\% = 7 \cdot 30\% = 1,8 \text{ чел.} \quad P_{апп} = 2 \text{ чел.} \quad (43)$$

Количество производственных рабочих:

$$P_{произв} = P_{ос} - P_{всп} = 6 + 2 = 8 \text{ чел.} \quad (44)$$

Расчет потребного количества инженерно-технических работников (ИТР):

ИТР составляют 8 ÷12% от числа производственных рабочих:

$$P_{итр} = 8 \cdot 12\% = 0,96 \text{ чел.} \quad (45)$$

$P_{итр} = 1$ чел.

Расчет потребного количества младшего обслуживающего персонала (МОП): МОП составляет 1,5÷3% от числа всех работающих:

$$P_{моп} = 8 \cdot 2\% = 0,16 \text{ чел.} \quad (46)$$

$P_{моп} = 1$ чел.

Все рассчитанное выше количество работающих на механическом участке заносим в таблицу 22.

Таблица 22 - Сводная ведомость работающих на участке

Наименование профессии	Количество работающих, чел.	Разряд	Оборудование
1.Производственные рабочие			
1.1 Основные (6чел.)			
оператор станков с ЧПУ	1	4	СТП-320АП
оператор станков с ЧПУ	2	5	ФС130МФ3
сверловщик	1	3	2Н135
шлифовщик	2	4	3К228А
слесарь механосборочных работ	2	3	3А161
1.2 Вспомогательные (1 чел.) заточник	1		
2.ИТР(1чел.) мастер участка	1	10	
3. МОП (2 чел.) уборщик	1	2	
Всего: 11 человек			

2 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Студент гр. 10А31	_____	<u>Д.А. Бобровицкий</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Руководитель	_____	<u>Д.Н. Нестерук</u>
Ассистент	(Подпись)	

	(Дата)	
Нормоконтроль,	_____	<u>А.А. Ласуков</u>
к.т.н., доцент. кафедры ТМС	(Подпись)	

	(Дата)	

2.1 Расчет объема капитальных вложений

Целью данного раздела выпускной квалификационной работы – обосновать технологическое решение, предложенное на основе расчета себестоимости продукции (стакана с заводским кодом K500.02.02.002) при заданном объеме производства 3000 штук и капитальных вложений в предлагаемый инженерный проект.

Задачи, стоящие при выполнении экономической части, заключаются в следующем:

- 1) Выбор предмета экономической оценки;
- 2) Выбор критерия экономической оценки;
- 3) Расчёт объёма капитальных вложений;
- 4) Расчёт себестоимости продукции при заданном объёме производства;
- 5) Выводы и рекомендации по полученным результатам.

2.1.1 Стоимость технологического оборудования

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

$$K_{mo} = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot C_i \quad (47)$$

где K_{mo} – стоимость технологического оборудования, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

Q_i – принятое количество единиц оборудования, занятого выполнением i -ой операции, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.

Таблица 23 - Стоимость технологического оборудования

№ операции	Модель станка	C_i , руб.	Q_i , шт.	K_{mo_i} , руб.
005	СТП-320АП	450000	1	450000
010				
015	СТП-320АП	450000	1	450000
020				
025	ФС130МФ3	3249000	1	3249000
035	ФС130МФ3	3249000	1	3249000
045	2Н135	293000	1	293000
060	3К228А	200000	1	200000
065	3А161	150000	1	150000
Всего				8041000

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, но принимающее непосредственное участие в технологическом процессе.

$$K_{\text{во}} = K_{\text{то}} \cdot 0,30 \text{ руб.} \quad (48)$$

$$K_{\text{во}} = 2412300 \text{ руб.}$$

2.1.3 Стоимость инструментов, приспособлений инвентаря

Стоимость инструментов и инвентаря по предприятию может быть установлена приближенно в размере 10 – 15 процентов 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.).

$$K_{\text{ин}} = K_{\text{то}} \cdot 0,15 \quad (49)$$

где $K_{\text{ин}}$ – стоимость инструментов и инвентаря, руб.;

$K_{\text{то}}$ – стоимость технологического оборудования, руб.

$$K_{\text{ин}} = 8041000 \cdot 0,15 = 1206150 \text{ руб.}$$

2.1.4 Стоимость эксплуатируемых помещений

Стоимость эксплуатационных помещений может быть рассчитана при разных формах владения: собственные помещения или арендованные.

Общая стоимость помещений рассчитывается по формуле:

$$C'_n = C_{nn} + C_{\text{вн}} \quad (50)$$

где C'_n – стоимость эксплуатируемых помещений, руб.;

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

$C_{\text{вн}}$ – балансовая стоимость вспомогательных помещений, руб.

Балансовые стоимости производственных и вспомогательных помещений берем из данных «Юргинского машзавода».

$$C'_n = 462500 + 46250 = 508750 \text{ руб.}$$

2.1.5 Стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах

Данные средства рассчитываются по формуле:

$$K_{пзм} = \frac{H_m \cdot N \cdot Ц_m}{360} \cdot T_{обм} \quad (51)$$

где $K_{пзм}$ – стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах, руб.;

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$Ц_m$ – цена материала, руб./кг;

$T_{обм}$ – продолжительность оборота запаса материалов (квартал, полугодие, определенный период) в днях.

$$K_{пзм} = \frac{1,6 \cdot 3000 \cdot 52}{360} \cdot 180 = 124800 \text{ руб}$$

2.1.6 Оборотные средства в незавершенном производстве

Стоимость незавершенного производства может быть установлена из следующего выражения:

$$K_{нзп} = \frac{N \cdot T_{ц} \cdot C' \cdot k_z}{360} \quad (52)$$

где $K_{нзп}$ – стоимость незавершенного производства, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

$T_{ц}$ – длительность производственного цикла, дни;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

k_z – коэффициент готовности.

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

$$C' = \frac{H_m \cdot Ц_m}{k_m} \quad (53)$$

где C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

$Ц_m$ – цена материала, руб./кг;

k_m – коэффициент, учитывающий удельный вес стоимости основных материалов в себестоимости изделия.

$$C' = \frac{1,6 \cdot 52}{0,83} = 100,24 \text{ руб.}$$

$$k_z = (k_m + 1) \cdot 0,5 \quad (54)$$

где $k_m = (0,8 \div 0,85)$.

$$k_2 = (0,83 + 1) \cdot 0,5 = 0,915.$$

$$K_{изн} = \frac{3000 \cdot 160 \cdot 100,24 \cdot 0,915}{360} = 122292,8 \text{ руб.}$$

2.1.7 Оборотные средства в запасах готовой продукции

Стоимость запаса готовой продукции определяется по формуле:

$$K_{zn} = \frac{C' \cdot N}{360} \cdot T_{zn} \quad (55)$$

где K_{zn} – стоимость запаса готовой продукции, руб.;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

T_{zn} – продолжительность оборота готовой продукции на складе в днях.

$$K_{zn} = \frac{100,24 \cdot 3000}{360} \cdot 30 = 25060 \text{ руб.}$$

2.1.8 Оборотные средства в дебиторской задолженности

Дебиторская задолженность определяется по формуле:

$$K_{dz} = \frac{B_{pn}}{360} \cdot T_{dz} \quad (56)$$

где K_{dz} – дебиторская задолженность, руб.;

B_{pn} – выручка от реализации продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

T_{dz} – продолжительность дебиторской задолженности, дней;

$$T_{dz} = (7 \div 40).$$

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

$$B_{pn} = C' \cdot N \cdot \left(1 + \frac{p}{100}\right) \quad (57)$$

где B_{pn} – выручка от реализации на стадии предварительных расчетов, руб.;

C' – себестоимость единицы готовой продукции на стадии предварительных расчетов, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

p – рентабельность продукции, процент.

$$p = (15 \div 20), \text{ процентов.}$$

$$B_{pn} = 100,24 \cdot 3000 \cdot \left(1 + \frac{18}{100}\right) = 354849,6 \text{ руб.}$$

$$K_{dz} = \frac{354849,6}{360} \cdot 15 = 14785,4 \text{ руб.}$$

2.1.9 Денежные оборотные средства

Для нормального функционирования предприятия необходимо иметь денежные средства на текущие расходы. Сумма денежных средств приблизительно можно принять 10 процентов от суммы материальных оборотных средств.

$$C_{обс} = K_{нзм} \cdot 0,10 \quad (58)$$

где $C_{обс}$ – денежные оборотные средства, руб.;

$K_{нзм}$ – стоимость оборотных средств в производственных запасах, сырье и материалах, руб.

$$C_{обс} = 122292,8 \cdot 0,10 = 12229,3 \text{ руб.}$$

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:

$$C_m = N \cdot (C_m \cdot H_m \cdot K_{мзр} - C_o \cdot H_o) \quad (59)$$

где C_m – затраты на основные материалы, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

C_m – цена материала, руб./кг;

H_m – норма расходов материалов, кг/ед.;

$K_{мзр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов $K_{мзр} = 1,04$

C_o – цена возвратных отходов, руб./кг;

H_o – норма возвратных отходов кг/шт.

Норма возвратных отходов определяется:

$$H_o = m_z - m_o \quad (60)$$

где H_o – норма возвратных отходов кг/шт.;

m_z – масса заготовки, кг;

m_o – масса изделия, кг;

$$H_o = 46,5 - 22 = 24,5 \text{ кг/шт.}$$

$$C_m = 3000 \cdot (52 \cdot 1,6 \cdot 1,04 - 26 \cdot 24,5) = 1651416 \text{ руб.}$$

Таблица 24 - Затраты на основные материалы

№ детали	Затраты на материалы, руб.	Возвратные отходы, руб.	C_{mi} , руб.
ФЮРА.А31064.001	7254000	1911000	1651416
Всего			1651416

2.2.2 Расчет заработной платы производственных работников

Основная заработная плата предусматривает оплату труда за проработанное время. Рассчитывается она в зависимости от формы и системы оплаты труда.

В ВКР предусматривается сдельно-премиальная оплата труда. В соответствии с этой системой заработная плата рассчитывается по формуле:

$$C_{zo} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{umi} \cdot C_{часj}}{60} \cdot k_n \cdot k_p \cdot N \quad (61)$$

где C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

m – количество операций технологического процесса;

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

$C_{часj}$ – часовая ставка j -го разряда, руб./час (принимает из тарифных ставок для рабочих сдельщиков ООО «Юргинский машзавод»);

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

k_p – районный коэффициент $k_p = 1,3$;

N – годовой объем производства продукции, шт.

Таблица 25 - Расчет фонда заработной платы

Профессия рабочего	t_{umi} , мин	Разряд	Количество	$C_{часj}$, руб.	$C_{зоi}$, руб.
Оператор станков с ЧПУ	49,16	4	1	62,01	297220,13
Оператор станков с ЧПУ	88,75	5	2	80,59	697355,34
Сверловщик	3,32	3	1	54,88	17764,65
Шлифовщик	2,68	4	1	62,01	16203,2
Шлифовщик	1,96	4	1	62,01	11850,1
Слесарь механосборочных работ	16,42	3	2	38,61	61812,67
Фонд заработной платы всех рабочих					1102206,09

2.2.3 Отчисления на социальные нужды по заработной плате основных производственных рабочих

Отчисления на социальные нужды:

$$C_{осо} = C_{zo} \cdot (\alpha_1 + \alpha_2) \quad (62)$$

где $C_{осо}$ – отчисления на социальные нужды, руб.;

C_{zo} – основная заработная плата, руб.;

α_1 – обязательные социальные отчисления, $\alpha_1 = 0,3$ руб./год;

α_2 – социальное страхование по профессиональным заболеваниям и несчастным случаям, $\alpha_2 = (0,003 \div 0,017)$ руб./год.

$$C_{осо} = 1102206,09 \cdot (0,3 + 0,01) = 341683,88 \text{ руб./год.}$$

2.2.4 Расчет амортизации основных фондов

Амортизация основных фондов – это перенос части стоимости основных фондов на вновь созданный продукт для последующего воспроизводства основных фондов ко времени полного износа.

Годовые амортизационные отчисления начисляются одним из следующих методов: линейным и нелинейным.

2.2.4.1 Расчет амортизации оборудования

При крупном масштабе производства, при полной загрузки оборудования сумма амортизационных начислений распределяется на каждую единицу продукции равномерно.

В расчетах ВКР целесообразно определить годовую норму амортизации каждого оборудования, по следующей схеме используя линейный метод:

$$a_{ni} = \frac{1}{T_0} \cdot 100\% \quad (63)$$

где a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

T_0 – срок службы оборудования, $T_0 = (3 \div 12)$ лет.

Сумма амортизации определяется:

$$A = \sum_{i=1}^n C_i \cdot a_{ni} \quad (64)$$

где A – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования.

Списание стоимости происходит равномерно и к концу срока использования достигается нулевая балансовая стоимость.

При небольшом объеме производства и не полной загрузки оборудования (оборудование загружено еще производством других видов продукции) необходим расчет амортизационных отчислений, приходящихся на один час работы оборудования:

$$A_q = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot a_{ni}}{F_0 \cdot K_{epi}} \quad (65)$$

где A_q – сумма амортизации, руб.;

n – количество оборудования, шт.;

C_i – балансовая стоимость единицы оборудования, занятого выполнением i -ой операции, руб.;

a_{ni} – годовая норма амортизации каждого оборудования, руб.;

F_0 – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,

$F_0 = 1973$ часов;

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

Таблица 26 - Расчет амортизационных отчислений

№ операции	C_i , руб.	$a_{ни}$, %	$F_{дi}$, час.	$K_{срi}$	Q_i , шт.	$A_{чи}$, руб.
005	450000	10	1973	0,27	1	84,47
010				0,44		51,83
015	450000	8	1973	0,43	1	42,43
020				0,17		107,33
025	3249000	8	1973	0,86	1	153,18
035	3249000	8	1973	1,44	1	91,48
045	293000	10	1973	0,08	1	185,63
060	200000	10	1973	0,07	1	144,81
065	150000	10	1973	0,051	1	149,07
Вспомогательное оборудование	1416600	0,166	1973	0,163	1	713,5
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{чи}$) на деталь						1723,73

2.2.4.2 Расчет амортизационных отчислений зданий

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

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

Таблица 27 - Расчет амортизационных отчислений зданий

Помещения	C_i , руб.	$a_{ни}$, %	$A_{чи}$, руб.
Производственные	462500	2	9250
Вспомогательные	46250	2	925
Амортизационные отчисления для всех станков ($A_{чи}$)			10175

2.2.5 Отчисления в ремонтный фонд

Эти затраты включают в себя затраты по всем видам ремонта (капитального, текущего и т.д.). Затраты на ремонт оборудования определяется по формуле:

$$C_{ч.р.} = \sum_{i=1}^n \frac{100 \cdot (\omega_{Mi} \cdot R_{Mi} + \omega_{Эi} \cdot R_{Эi})}{T_{рц} \cdot \beta_M \cdot \beta_{ТП} \cdot \beta_P \cdot \beta_T} + t_{р.эл} \cdot C_{р.эл} \quad (66)$$

где $C_{ч.р.}$ – затраты на ремонт оборудования, руб./час.;

n – количество оборудования, шт.;

ω_{Mi} – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящийся на единицу i -ой ремонтной техники, н.ч.;

R_{Mi} – группы ремонтпригодности механической части i -го оборудования, руб.;

$\omega_{Эi}$ – затраты на все виды планово-предупредительного ремонта за ремонтный цикл, приходящийся на единицу i -ой ремонтной техники, н.ч.;

$R_{Эi}$ – группы ремонтпригодности электрической части i -го оборудования, руб.;

$T_{рц}$ – длительность ремонтного цикла основной части оборудования, час.;

β_M – коэффициент, влияющий на длительность ремонта обрабатываемого материала;

$\beta_{ТП}$ – коэффициент, влияющий на длительность ремонта типа производства;

β_P – коэффициент, влияющий на длительность ремонта значений параметров оборудования;

β_T – коэффициент, влияющий на длительность ремонта массы станка;

$t_{р.эл}$ – трудоемкость ремонта электронной части станков, н.ч.;

$C_{р.эл}$ – стоимость ремонта, руб.

Таблица 28 - Затраты на ремонт оборудования по технологическому процессу

№ операции	$t_{р.эл}$, н.ч.	R_{Mi} , руб.	$R_{Эi}$, руб.	ω_{Mi} , н.ч.	$\omega_{Эi}$, н.ч.	$C_{ч.р.}$, руб./час
005	92	11	14	32,7	51,8	4787,65
010						
015	91	11	14	34,7	51,6	4735,75
020						
025	98	11	14	34,7	51,8	5099,75
035	98	11	14	34,7	51,8	5099,75
045	93	11	14	35,3	52,1	4839,81
060	94	11	14	29,7	40,2	4891,0
065	94	11	14	29,7	40,2	4891,0
Суммарные затраты на ремонт всех станков						34344,71

2.2.6 Затраты на вспомогательные материалы на содержание оборудования

2.2.6.1 Затраты на СОЖ

Затраты на СОЖ определяем по формуле:

$$C_{СОЖ} = n \cdot N \cdot g_{ox} \cdot u_{ox} \quad (67)$$

где $C_{СОЖ}$ – затраты на СОЖ, руб.;

n – количество станков, шт.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

g_{ox} – средний расход, охлаждающий жидкости для одного станка,

$g_{ox} = 0,03$ кг/дет.;

u_{ox} – средняя стоимость охлаждающей жидкости, руб./кг.

$$C_{сож} = 7 \cdot 3000 \cdot 0,03 \cdot 350 = 220500 \text{ руб}$$

2.2.6.2 Затраты на сжатый воздух

Затраты на сжатый воздух определяем по формуле:

$$C_{возд} = \frac{g_{возд} \cdot Ц_{возд} \cdot N}{60} \sum t_{oi} \quad (68)$$

где $C_{возд}$ – затраты на сжатый воздух, руб.;

$g_{возд}$ – расход сжатого воздуха, $g_{возд} = 0,7$ м³/ч;

$Ц_{возд}$ – стоимость сжатого воздуха, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.;

t_{oi} – основное время на каждой операции, мин.

$$C_{возд} = \frac{0,7 \cdot 65,30 \cdot 3000}{60} \cdot 1,07 = 2445,5 \text{ руб.}$$

2.2.7 Затраты на силовую электроэнергию

Расчет затрат на электроэнергию:

$$C_{чэ} = \sum_{i=1}^m N_{yi} \cdot F_{\phi} \cdot K_N \cdot K_{ep} \cdot K_{од} \cdot \frac{K_{\omega}}{\eta} \cdot Ц_{э} \quad (69)$$

где $C_{чэ}$ – затраты на электроэнергию, руб.;

m – количество операций технологического процесса изготовления изделия;

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

F_{ϕ} – действительный годовой фонд рабочего времени работы оборудования,

$F_{\phi} = 1973$ часов;

K_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $K_N = 0,5$;

K_{ep} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, $K_{ep} = 0,3$

$K_{од}$ – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей,

$K_{од} = 0,6 \div 1,3$, принимаем $K_{од} = 0,7$;

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

$K_{\omega} = 1,06$

η – КПД оборудования, $\eta = 0,7$;

$Ц_{э}$ – средняя стоимость электроэнергии (по данным городской электросети на апрель 2017г.), руб. $Ц_{э} = 3,3$ руб.

Таблица 29 - Затраты на электроэнергию технологического процесса

№ операции	N_{yi} , кВт	$C_{чэi}$, руб
005	9,4	9729,35
010	9,4	9729,35
015	9,4	9729,35
020	9,4	9729,35
025	25	25875,94
035	25	25875,94
045	8	8280,3
060	7	7245,26
065	7	7245,26
Затраты на электроэнергию для всех операций		113440,1

2.2.8 Затраты на инструмент приспособление и инвентарь

Стоимость инструмента инвентаря ($K_{ин} = 708300$ руб.) по предприятию установлена приближенно, поэтому их учет как плановые и включим в себестоимость произведенной продукции. На предприятии 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:

$$C_{звр} = \sum_{j=1}^k C_{змj} \cdot Ч_{врj} \cdot 12 \cdot k_{nj} \cdot k_{pj} \quad (70)$$

где $C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.;

k – количество вспомогательных рабочих;

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

$Ч_{врj}$ – численность рабочих по соответствующей профессии, чел.;

k_{nj} – коэффициент, учитывающий премии и доплаты для вспомогательных рабочих, $k_{nj} = (1,2 \div 1,3)$;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

$$C_{зврВСП} = 7500 \cdot 4 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 608400 \text{ руб.}$$

$$C_{зврСЛУЖ} = 6050 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 122694 \text{ руб.}$$

$$C_{звр} = (608400 + 122694) \cdot 0,08 = 58487,5 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели вспомогательных рабочих:

$$C_{овер} = C_{звр} \cdot 0,3 \quad (71)$$

где $C_{овер}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{звр}$ – заработная плата вспомогательных рабочих, руб.

$$C_{оер} = 58487,5 \cdot (0,3 + 0,01) = 18131,12 \text{ руб.}$$

2.2.10 Заработная плата административно-управленческого персонала

Заработная плата административно-управленческого персонала определяется по формуле:

$$C_{заун} = \sum_{i=1}^k C_{заунj} \cdot Ч_{аунj} \cdot 12 \cdot k_{pj} \cdot k_{noj} \cdot k_y \quad (72)$$

где $C_{заун}$ – заработная плата административно-управленческого персонала;

k – количество административно-управленческого персонала;

$C_{заунj}$ – месячный оклад работника административно-управленческого персонала, руб.;

$Ч_{аунj}$ – численность работников административно-управленческого персонала, чел.;

k_{pj} – районный коэффициент, $k_{pj} = 1,3$;

k_{noj} – коэффициент, учитывающий премии и доплаты административно-управленческого персонала.

k_y – коэффициент участия работника в изготовлении детали, $k_y = 0,02$.

$$C_{заунРВК} = 13450 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 272766 \text{ руб.}$$

$$C_{заунСПЕЦ} = 11500 \cdot 1 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,3 = 233220 \text{ руб.}$$

$$C_{заун} = (272766 + 233220) \cdot 0,02 = 10119,32 \text{ руб.}$$

Отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала:

$$C_{оаун} = C_{заун} \cdot 0,3 \quad (73)$$

где $C_{оаун}$ – сумма отчислений за год, руб./год;

$C_{заун}$ – заработная плата административно-управленческого персонала, руб.

$$C_{оаун} = 10119,32 \cdot (0,3 + 0,01) = 3136,9 \text{ руб.}$$

2.2.11 Прочие расходы

В прочие расходы входят разнообразные и многочисленные расходы: налоги и сборы, отчисления на социальные фонды, платежи по обязательству страхованию имущества и за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, командировочные и представительские расходы, оплата работ по сертификации продукции, специальной одежды вознаграждения за изобретательства и рационализации, и др.

Прочие расходы рассчитываются как плановые условно:

$$C_{проч} = ПЗ \cdot N \cdot 0,1 \quad (74)$$

где $C_{проч}$ – прочие расходы, руб.;

$ПЗ$ – прямые затраты единицы продукции, руб.;

N – годовой объем производства продукции, шт.

$$C_{проч} = 163,58 \cdot 3000 \cdot 0,1 = 49074 \text{ руб.}$$

2.3 Экономическое обоснование технологического проекта

Таблица 30 – Смета затрат по экономическим элементам

Затраты	Сумма, руб./ед.	Сумма, руб./год
Прямые затраты:	994,69	2984089,97
основные материалы за вычетом реализуемых отходов	513,4	1540200,00
заработная плата производственных рабочих	367,4	1102206,09
отчисления на социальные нужды по зарплате производственных рабочих	113,89	341683,88
Косвенные затраты:	2110,93	6332790
амортизация оборудования предприятия	1723,73	5171190
амортизация эксплуатируемых помещений	169,58	508750
отчисления в ремонтный фонд	11,45	34344,71
вспомогательные материалы на содержание оборудования	28,24	84737,14
затраты на силовую электроэнергию	58,45	175348,8
износ инструмента	23,30	69900,80
заработная плата вспомогательных рабочих	7,32	21983,52
отчисление на социальные цели вспомогательных рабочих	2,27	6814,89
заработная плата административно-управленческого персонала	8,03	24112,92
отчисления на социальные цели административно-управленческого персонала	2,25	6751,61
прочие расходы	76,31	228941,16

Себестоимость изготовления данной детали по базовому технологическому процессу составляет ориентировочно 3269,79 руб., а себестоимость изготовления данной детали по разработанному технологическому процессу составляет сумму прямых, и косвенных, и прочих затрат на одну деталь: 3105,62 руб.

Как показали расчёты себестоимость уменьшилась за счёт применения более экономичного метода получения заготовки и более производительного оборудования: 100% применяемого технологического оборудования – станки с ЧПУ.

При данной годовой программе выпуска (3000 шт.) стакана К500.02.02.002 и разработанном производственном процессе предполагаемый экономический эффект составит 492510,00 руб. в год

3 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студент гр. 10А31	_____	<u>Д.А. Бобровицкий</u>
	(Подпись)	

	(Дата)	
Руководитель	_____	<u>С.В. Литовкин</u>
Ассистент	(Подпись)	

	(Дата)	
Нормоконтроль,	_____	<u>А.А. Ласуков</u>
к.т.н., доцент. кафедры ТМС	(Подпись)	

	(Дата)	

Введение

Целью проекта, связанного с безопасностью и экологичностью, является исследование системы "человек – технический объект", обеспечивающий эффективную, надежную и безопасную работу ее составляющих в условиях стабильной и изменяющейся окружающей среды.

В процессе изготовления стакан К500.02.02.002 подвергается механической обработке металлорежущими инструментами. Механическая обработка стакана производится точением, фрезерованием, сверлением, шлифованием.

Анализ проектируемого технологического процесса позволяет установить, что при выбранных условиях и методах обработки возникает локальный шум и вибрация. Они возникают из-за трения инструмента о заготовку и при вращении шестерен и подшипников

3.1 Характеристика объекта исследования

Объектом исследования является производственный цех, который относится к категории опасных производственных объектов. В корпусе цеха применяется система комбинированного освещения. Площадь корпуса 27360 м², ширина 216 м, длина 170 м, для потолочного освещения применяются ртутные лампы СЗ-4-ДРЛ мощностью одной лампы 250 Вт. Корпус состоит из участка штамповки, механического, сварочного, сборочного и заготовительного участков, которые являются источниками следующих опасных и вредных факторов: запылённость, загазованность, шум, электрический ток, вибрация, излучение, пожаро-, взрыво- опасность, смазочно-охлаждающие жидкости, движущиеся машины и механизмы, острые кромки.

Корпус II степени огнестойкости. Категория производства-В. Класс зоны помещения-П-Па. Из средств пожаротушения корпус обеспечен внутренним противопожарным водоснабжением - пожарными кранами (ПК) в количестве 20 штук.

3.2 Выявление и анализ вредных и опасных производственных факторов

При изготовлении детали механической обработкой возникают опасные производственные факторы:

- Шум;
- Вибрация;
- Пыль;
- Механические повреждения;
- Поражения электрическим током.

3.2.1 Производственный шум

Шум-это совокупность звуков различных высот и интенсивности, беспорядочно изменяющихся во времени и вызывающих у рабочего неприятные субъективные ощущения. Характеристика спектра и уровня шума зависят от большего числа факторов- режимов резанья, геометрии и состояния режущей части инструмента, материала инструмента и т.д.

При изготовлении детали по данному технологическому процессу локальный уровень шума в рабочей зоне, является допустимым и составляет 70-75 дБ. При повышении уровня шума необходимо применять следующие мероприятия:

- 1) Применение кожухов на рабочих органах станков.
- 2) Применение индивидуальных средств защиты от шума: специальных наушников, вкладышей в ушную раковину и д.р.

3.2.2 Производственная вибрация

Вибрация представляет собой механические колебательные движения, простейшим видом которых являются синусоидальные колебания.

В производственных условиях почти не встречается вибрация в виде простых синусоидальных колебаний. В зависимости от контакта тела рабочего с вибрацией условно различают местную (локальную) и общую вибрацию (вибрация рабочих мест).

Разработанный технологический процесс имеет источник локальных вибраций, т.к. на слесарных операциях для удаления заусенцев применяется бор машинка. На всех остальных операциях время контакта рук рабочего с органами управления работающего станка ограничено.

Мероприятия по уменьшению воздействия вибрации:

1. Производственное оборудование, передающее вибрацию на рабочие места, надлежит контролировать и устанавливать так, чтобы обеспечить предельно-допустимые величины вибрации.
2. Для уменьшения вибраций кожухов, ограничителей и других деталей, выполняемых из стальных листов, применять упругие элементы.
3. Применение средств индивидуальной защиты оператора: рукавицы, перчатки, вкладыши, прокладки – для рук; для ног – наколенники, специальная обувь, подметки; для тела – специальные костюмы, нагрудники, пояса.

Главной опасностью длительного воздействия вибрации на организм является развитие виброболезни, при которой происходит поражение нервно-мышечной, сердечно-сосудистой и опорно-двигательной систем.

Суммарное время контакта с инструментом, передающим вибрацию, не должно превышать 2/3 от рабочего времени

3.2.3 Промышленная пыль

Пыль-это понятие, определяющее физическое состояние вещества, раздробленность его на мельчайшие частицы, которые будучи взвешенными в воздухе, представляют собой дисперсную систему (аэрозоль).

В разработанном технологическом процессе при обработке детали шлифованием образуется абразивная пыль и на слесарной операции при использовании бор-машинки с шлифовальным кругом. Абразивная пыль образуется при затачивание инструмента.

Мероприятия по защите от пыли:

1. Станки должны быть оборудованы пылестружкоприемниками, присоединенными к групповым отсосам для удаления стружки и пыли с места их образования
2. Для улавливания пыли при обработке инструмента на наждачном круге применяется агрегат для очистки воздуха от пыли.
3. Оснастка слесарного участка по ГОСТ 12.1.029-80.
4. Применение средств индивидуальной защиты: респираторов, защитных очков, специальной одежды.
5. Регулярная влажная или воздушная уборка
6. Общая вентиляция.

3.2.4 Механические повреждения

Всякое механическое оборудование является источником механических повреждений. При обработке на станках с ЧПУ эта опасность возрастает из-за того, что работа станка при включении вспомогательных перемещений (быстрый подвод и отвод инструмента) связана с большими скоростями. Эти перемещения происходят согласно программе и момент их перемещения трудно предсказуем, что увеличивает степень риска получения травмы при попадании руки оператора в зону обработки. Данный фактор требует повышенного внимания рабочего и строгого соблюдения инструкций по управлению станком.

К опасностям, механически воздействующим на организм человека, относят:

1. Движущиеся машины и механизмы
2. Подвижные части производственного оборудования
3. Передвигаемые изделия, заготовки, материалы
4. Острые кромки, заусенцы, шероховатости на поверхности заготовок, инструменты и оборудование

Для предотвращения механических повреждений при изготовлении К500.02.02.002 необходимо:

1. Перед началом работы мастер проводит инструктаж по ТБ с учетом особенностей выполнения данной работы.
2. Вращающиеся и движущиеся части оборудования, инструмента, детали ограждены защитными кожухами, экранами.

3. Использование средств индивидуальной защиты рабочими- защитных очков, спецодежды.

3.2.5 Опасность поражения электрическим током

Эксплуатация большинства машин связана с применением электрической энергии. Электрический ток, проходя через организм, оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие, вызывая местные и общие электротравмы. Поражающее действие электрического тока, проходящего через организм человека, зависит от рода, частоты тока и индивидуальных свойств человека.

Для предотвращения поражения электрическим током на производстве используют защитное заземление или зануление.

Требования к устройству защитного заземления и зануления электрооборудования определены «Правилами устройства электроустановок» (ПУЭ). Защитному заземлению или занулению подлежат металлические части электроустановок, доступные для прикосновения человека.

3.2.5.1 Выполним расчет заземления

При выполнении разработанного технологического процесса применяются искусственные заземлители – вертикально забитые стальные трубы длиной 2,5 метров и диаметром 40 мм.

Сопротивление заземляющего устройства для электроустановок мощностью до 100 кВт и напряжением до 1000В должно быть не более 10 Ом.

При выполнении разработанного технологического процесса применено контурное заземляющее устройство, которое характеризуется тем, что его одиночные заземлители размещают по контуру площадки, на котором находится заземляемое оборудование.

Для связи вертикальных электродов используем полосовую сталь сечением 1×12 мм. В качестве заземляющих проводников, предназначенных для соединения заземляющих частей с заземлителями, применяют, как правило, полосовую сталь.

Сущность расчёта защитного сопротивления сводится к определению числа вертикальных заземлителей и длины соединительной полосы.

Глубина заземления составляет 0,8 м, почва - суглинок.

Сопротивление одиночного заземлителя R_3 , Ом, вертикально установленного в землю, определяется по формуле:

$$R_3 = \frac{\rho_3}{2 \cdot \pi \cdot l_m} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot h_m}{d}\right), \quad (75)$$

где d – диаметр трубы-заземлителя, см;

ρ_3 – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

l_m – длина трубы, см;

h_m – глубина закопки трубы в землю, равная расстоянию от поверхности земли до середины трубы, см.

$d = 4 \text{ см}; \rho_3 = 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}; l_m = 250 \text{ см}; h_m = 205 \text{ см}.$

Определим сопротивление одиночного заземлителя, вертикально установленного в землю:

$$R_3 = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 250} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 205}{4}\right) = 34 \text{ Ом}.$$

Определяем требуемое число заземлителей Π , шт. по формуле:

$$\Pi = \frac{R_3}{R \cdot \eta}, \quad (76)$$

где η – коэффициент использования группового заземлителя, $\eta = 0,8$.

$$\Pi = \frac{34}{10 \cdot 0,8} = 4,25 \text{ шт.}, \text{ принимаем } \Pi = 5 \text{ шт}.$$

Длину соединительной полосы определяем по формуле:

$$l_n = 1,05 \cdot a \cdot (\Pi - 1) \quad (77)$$

где a – расстояние между заземлителями, м.

$$l_n = 1,05 \cdot 5 \cdot (5 - 1) = 21 \text{ м}.$$

Сопротивление соединительной полосы определяем по формуле:

$$R_n = \frac{\rho_n}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot l_n^2}{h_n \cdot b}\right) \quad (78)$$

где b – ширина полосы, см;

l_n – длина полосы, см;

ρ_n – удельное сопротивление грунта, Ом·см;

h_n – глубина заковки трубы в землю, см.

$b = 1,2 \text{ см}; \rho_n = 10^4 \text{ Ом}\cdot\text{см}; l_n = 4200 \text{ см}; h_n = 80 \text{ см}.$

$$R_n = \frac{10^4}{2 \cdot \pi \cdot 4200} \cdot \ln\left(\frac{4 \cdot 4200^2}{80 \cdot 1,2}\right) = 4,8 \text{ Ом}$$

Результирующее сопротивление по всей системе с учётом соединительной полосы и коэффициентов использования определяется по формуле:

$$R_c = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_3 \cdot \eta_n + R_n + \eta_3 \cdot \Pi} \quad (79)$$

где η_3 – коэффициент использования труб контура, $\eta_3 = 0,8$;

η_n – коэффициент использования полосы, $\eta_n = 0,7$.

Подставив значения в формулу получим:

$$R_c = \frac{34 \cdot 4,8}{34 \cdot 0,7 + 4,8 + 0,8 \cdot 4} = 5,13 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$$

Рассчитав значения заземления и сравнив его с допустимым сопротивлением грунта, делаем вывод что контурное заземляющее устройство выбрано верно.

3.3 Обеспечение требуемого освещения на рабочем месте

Свет представляет собой излучение, непосредственно вызывающие зрительные ощущения. По своей природе это электромагнитные волны, длиной от 380-400 до 760-780 нанометров.

Неудовлетворительная освещенность может исказить информацию, кроме того, она утомляет не только глаза, но и весь организм в целом.

Уровень освещения нормируется согласно СНиП 23-05-95 “Естественное и искусственное освещение”.

На механическом участке используется смешанное освещение. Естественное освещение осуществляется через оконные проемы. Искусственное освещение представляют собой фонари - общее верхнее освещение и местное - освещение непосредственно рабочей зоны станка.

Для хорошей освещенности производится регулярная замена вышедших из строя светильников, периодическая очистка их и оконных стекол от пыли.

Расчет искусственного освещения.

Для расчета искусственного освещения выбираем систему освещения, необходимую для цеха. В производственном помещении применяется комбинированное освещение (к общему добавляют местное). Система комбинированного освещения применяется в помещениях, где выполняются точные зрительные работы, а также в помещениях с невысокой плотностью рабочих мест.

Затем необходимо выбрать источник света. В нашем случае это ртутные лампы типа СЗ-4-ДРЛ, так как в помещении производятся грубые работы, осуществляется общий надзор за эксплуатацией оборудования, помещения предназначены для постоянного пребывания людей.

Выбор осветительного прибора: ртутные лампы типа СЗ-4-ДРЛ. Так как высота помещения более 10 метров, происходит работа с поверхностями без выраженной цветности, отсутствуют специальные требования к качеству освещения. Для создания благоприятных зрительных условий на рабочем месте, для борьбы со слепящим действием источников света введены требования ограничения наименьшей высоты подвеса светильников над полом.

Расчет общего равномерного искусственного освещения горизонтальной рабочей поверхности выполняют методом коэффициента использования светового потока. Применяя этот метод, можно определить световой поток ламп, необходимый для создания заданной освещенности горизонтальной поверхности с учетом света, отраженного стенами и потолком или, наоборот, найти освещенность при заданном потоке.

В первую очередь произведём расчёт для заточного участка.

Величина светового потока лампы:

$$\Phi = \frac{E \cdot K \cdot S \cdot z}{n \cdot \eta}, \quad (80)$$

где Φ - световой поток каждой из ламп, лм;

E - минимальная освещенность, лк;

K - коэффициент запаса;

S - площадь помещения, м²;

z - коэффициент неравномерности освещения;

n - число ламп в помещении;

η - коэффициент использования светового потока.

Величина освещенности E выбирается исходя из следующих величин:

- характеристика зрительной работы: наивысшей точности
- наименьший размер объекта различения: менее 0,15 мм
- разряд зрительной работы: 1
- подразряд зрительной работы: Б
- контраст объекта с фоном: малый
- характеристика фона: средний

Следовательно, величина освещенности должна составлять 4000 Лк, из которых 400 лк – общего освещения. На период исследования в цехе освещенность составляет 2800Лк.

Для помещений со средним выделением пыли коэффициент запаса K равно 1,5.

Наименьшая высота подвеса светильников над полом для светильников СЗ—4-ДРЛ равна $3,5 \div 5,5$ м. Принимаем высоту подвеса светильников над полом равной 5,25 м.

Следовательно, высота подвеса светильников над рабочей поверхностью составит:

$$h = 5,25 - 1 = 4,25 \text{ м.}$$

Расстояние между светильниками :

$$L = \lambda h, \tag{81}$$

$$\lambda = 1$$

$$L = 1 \cdot 4,25 = 4,25 \text{ м.}$$

Наибольшая равномерность освещения имеет место при размещении светильников по углам квадрата. Расстояние от стен помещения до крайних светильников равно $1/3 L = 1/3 \cdot 4,25 = 1,5\text{м.}$

$$20 - 3 = 17 \text{ м.}$$

$$11 - 3 = 8 \text{ м.}$$

$$\lambda_1 = \frac{17}{3} = 5,7$$

λ принимаем 5

$$\lambda_2 = \frac{8}{3} = 2,7$$

λ принимаем 3

Количество светильников: $n - 15$

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h(A + B)}; \tag{82}$$

где A, B - стороны помещения, м.

$$i = \frac{220}{15(20 + 11)} = 0,47$$

Коэффициент использования светового потока $\eta = 53\%$.

Коэффициент неравномерности освещения $z = 0,9$.

$$\Phi = \frac{400 \cdot 1,5 \cdot 220 \cdot 0,9}{15 \cdot 0,53} = 14943 \text{ лм}$$

Принимаем: 15 светильников СЗ-4ДРЛ 500 Вт ($\Phi = 14943$ лм).

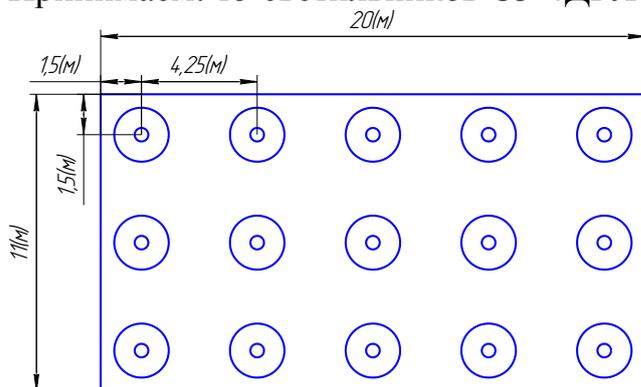


Рисунок 15 - Расположение светильников в помещении.

3.4 Обеспечение оптимальных параметров микроклимата рабочего места. Вентиляция и кондиционирование

Микроклимат в производственных условиях следующий:

1. температура воздуха $t = 20^{\circ}\text{C}$;
2. относительная влажность воздуха $\phi = 50 \%$;
3. скорость движения воздуха на рабочем месте $V = 0,3$ м/с;
4. барометрическое давление $p = 760$ мм рт. ст.

Нормы САН.ПИН 2.2.4.548-96 “Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений”:

1. температура $t = 17 \dots 22^{\circ}\text{C}$;
2. относительная влажность воздуха $\phi = 30 \dots 60\%$;
3. скорость движения воздуха $V \approx 0,5$ м/с;
4. барометрическое давление $P_{\text{норм}} = 760$ мм рт. ст.

Проанализировав полученные данные можем сделать вывод, что производственные помещения удовлетворяют вышеуказанным требованиям.

Вентиляция производственных помещений представляет собой, организованную смену воздуха в этих помещениях. Она предназначена для поддержания определенного состояния воздушной среды (параметров микроклимата).

В выбранном производственном помещении осуществляется воздухообмен вентиляции:

- общеобменная (приточная и вытяжная), смена воздуха осуществляется во всем объеме помещения;
- местная вытяжная, при которой удаление загрязненности воздуха (газов, пыли, избыточного тепла) производится непосредственно у заточных станках;

3.5 Разработка мероприятий по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций

Производственный цех по пожарной опасности объектов экономики относится к категории В, т.е. объект, где пожары возможны при средних воздействиях. Пожар возможен как внутри зданий, так и на территории предприятия. Здание цеха 2-ой степени огнестойкости.

Основными поражающими факторами аварий с пожарами и взрывами являются:

- для пожаров: пламя и искры; повышение температуры окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода;
- для взрывов: ударная волна; обрушение оборудования, коммуникаций, конструкций зданий и сооружений и разлёт их осколков; выход при взрыве вредных веществ с повышением содержания паров этих веществ в воздухе, превышающем предельно допустимые концентрации.

В результате пожара могут быть жертвы, а самому предприятию может быть нанесён непоправимый материальный ущерб.

В цехе проводятся следующие мероприятия, направленные на предупреждение загорания: каждый работник знает, что при загораниях или пожарах сообщить по телефону, назвав при этом место загорания (пожара), свою фамилию, имя, отчество. До прибытия пожарной команды принять меры по ликвидации загорания (пожара) имеющимися средствами пожаротушения. При загорании электроустановок, электродвигателей, оборудования под электрическим напряжением, пользоваться углекислотными огнетушителями типа ОУ-2 (ОУ-5, ОУ-8).

При загорании горючих и легковоспламеняющихся материалов (бензин, керосин, масло, растворители, лаки и др.) применять пенные огнетушители типа ОХП-10, песок, асбестовое полотно. При возгорании одежды человека, немедленно потушить огонь, накрыть пострадавшего покрывалом, перекрыв этим поступление кислорода воздуха к пламени, сообщить мастеру. В цехе запрещено применение открытого огня, все кнопки, переключатели, светильники выполнены во взрывозащищённом исполнении;

3.6 Обеспечение экологической безопасности и охраны окружающей среды

Важнейшей задачей современности является проблема защиты окружающей среды. Выбросы промышленных предприятий в атмосферу, воду и недра земли на современном этапе развития достигли уровня загрязнения, значительно превышающего допустимые санитарные нормы.

При механической обработке детали происходят выбросы в окружающую среду такие как абразивная пыль, отработанные масло и СОЖ. Для того чтобы минимизировать загрязнение окружающей среды от последствий выбросов необходимо:

- производить утилизацию отработанного масла и СОЖ вдали от населенных пунктов и сточных вод, в специальных установках для переработки.
- от абразивной пыли необходимо применять очистительные фильтры для вытяжной вентиляции.

Природоохранительная деятельность предприятия осуществляется в соответствии с требованиями закона Российской Федерации "Об охране природной среды", постановлениями правительства Российской Федерации и разработанными на их основе нормативно-техническими документами. Управление природоохранной деятельностью предприятия осуществляется в соответствии с требованиями "Положения об организации работ по охране окружающей среды", разработанного отделом охраны природы и утвержденного руководством предприятия.

В результате проведенной работы в разделе «Социальная ответственность» были выявлены вредные и опасные производственные факторы на рабочем месте: шум, вибрация, пыль, механические повреждения, поражения электрическим током и разработаны методы защиты от этих факторов.

Также произведен расчет заземления и освещения на рабочем месте, обеспечены оптимальные параметры микроклимата, разработаны мероприятия по предупреждению и ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе проанализированы два альтернативных варианта изготовления заготовки: штамповка в открытых и закрытых штампах на КГШП. При сравнении технологической себестоимости обоих вариантов, штамповка в открытых штампах на КГШП имеет меньшую себестоимость, что привело к выбору изготовления заготовки штамповкой в открытых штампах. Припуски под механическую обработку в разработанном технологическом процессе получились меньше, что связано с широким применением в проекте аналитического метода назначения припусков. Коэффициент использования металла равен 0,46. Экономический эффект по сравнению с изготовлением в закрытых штампах 191576 руб. на годовую программу выпуска;

Составлен новый технологический процесс, который сократил время на изготовление изделия. Время на изготовление одной детали, составило
-базовый ТП –575,43мин.
-спроектированный ТП –162,69мин.

Время сократилось на 412,74мин. за счёт: применения станков с ЧПУ, высокопроизводительного режущего и вспомогательного инструмента, применения специальной технологической оснастки, рационально составленного маршрута механической обработки;

В конструкторской части разработано приспособление, что также позволило снизить трудоёмкость изготовления изделия, за счёт уменьшения основного и вспомогательного времени.

Расчеты, выполненные в экономической части показали, что себестоимость стакана снизилась:

-базовый ТП –3269,79 руб,
-спроектированный ТП –3105,62 руб.

Ожидаемая годовая прибыль при заданной программе выпуска (N=3000шт) составит 492510,00 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балабанов А.Н. Краткий справочник технолога - машиностроителя. М.: Издательство стандартов, 1992. – 461с.,
2. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1975. – 656с.
3. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х частях. В.Д. Мягков и др. М Машиностроение, Ленинградское отделение 1983. Ч.1. – 543 с.; Ч.2. – 448с.
4. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К., Калинин М.А.. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении: Справочник технолога. М.: Машиностроение, 1976. – 288с.
5. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М., Машиностроение, 1971.-384с.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительное для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. М.: Машиностроение, 1974. – 422с.
7. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. В 3-х частях. М.: Машиностроение, 1974. ч.1. – 416 с.; ч.2. – 200 с.; ч.3. – 360 с.
8. Основы технологии машиностроения / Под ред. В.С. Корсакова. М: Машиностроение. 1977. – 416с.
9. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х томах./ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. М.: Машиностроение, 1985. – Т.1. – 496с.; Т.2. –256с.
10. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х томах / Под общ. ред. Б.Н. Вардашкина. М.: Машиностроение, 1984. Т.1. – 592с.; Т.2. – 256с.
11. Чурбанов А.П. Оборудование машиностроительных производств. – Томск: Издательство ТПУ, 2007. – 406с.
12. Гришагин В.М., Фарберов В.Я. Сборник задач по безопасности жизнедеятельности. Учебно-методическое пособие. Юрга: Изд. филиала ТПУ, 2002. - 96с
13. Каталог Pramet токарная обработка. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pramet-tools.ru/doc/pramet-katalog-tokarnaya-obrabotka-2014.html>
14. Каталог Pramet фрезерование. [Электронный ресурс]. – URL: <http://pramet-tools.ru/doc/pramet-katalog-frezerovanie-2014.html>
15. Каталог современного металлообрабатывающего оборудования. [Электронный ресурс]. http://granat-ok.ru/tools/oki/69871_a
16. Л.А. Пашкова Требования к оформлению выпускной квалификационной работы бакалавра, специалиста и магистра: методические указания к оформлению выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения» направления Юрга: Изд-во Юргинского технологического института (филиала) Томского политехнического университета, 2014. – 92 с.