

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы - Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фреза насадная» и оснастки

УДК 621.81-027.22:621.914.2:621.9.06-229

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Анохин Андрей Андреевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Алфёрова Екатерина Александровна	к.ф.-м.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Проектирование технологического процесса и станочного приспособления»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	к. т. н.		

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к. э. н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Немцова Ольга Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2019 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
P2	Применять глубокие знания в области современных технологий машиностроительного производства для решения междисциплинарных инженерных задач
P3	Ставить и решать инновационные задачи инженерного анализа, связанные с созданием и обработкой материалов и изделий, с использованием системного анализа и моделирования объектов и процессов машиностроения
P4	Разрабатывать технологические процессы, проектировать и использовать новое оборудование и инструменты для обработки материалов и изделий, конкурентоспособных на мировом рынке машиностроительного производства
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных технологий обработки материалов, нанотехнологий, создания новых материалов в сложных и неопределенных условиях
Универсальные компетенции	
P11	Самостоятельно учиться и непрерывно повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки - 15.03.01. Машиностроение
 Отделение школы - Материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3 - 8Л41	Анохину Андрею Андреевичу

Тема работы:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Фреза насадная» и оснастки	
Утверждена приказом директора	№ 4216/с от 24.05.2019

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект проектирования – деталь «Фреза насадная». Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	<ul style="list-style-type: none"> - Определение типа производства, форм и методов организации работ; - Анализ технологичности конструкции детали; - Выбор заготовки; - Разработка маршрута обработки детали; - Размерный анализ техпроцесса; - Выбор оборудования; - Расчет и назначение режимов обработки; - Нормирование технологического процесса; - Конструирование приспособления; - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;

	- Социальная ответственность.
Перечень графического материала	- Чертеж детали; - Размерный анализ; - Операционная карта; - Чертеж приспособления; - Схема сборки приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологическая и конструкторская часть	Михаевич Евгений Петрович
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Социальная ответственность	Немцова Ольга Александровна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	26.02.2019
---	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Михаевич Евгений Петрович	к. т. н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3 – 8Л41	Анохин Андрей Андреевич		

Реферат

Выпускная квалификационная работа 100 стр., 21 рис., 23 табл., 17 источников, 7 приложений.

Объектом изучения является проектирования технологического процесса изготовления детали «Фреза насадная».

Ключевые слова: технологический процесс, технологическая операция, фреза насадная, допуск, режимы резания, технологическая оснастка.

Цель работы – разработка технологического процесса изготовления детали «Фреза насадная» и проектирование оснастки для отрезной операции.

В процессе работы проводилось проектирование технологического процесса и проектирование станочного приспособления, оценка ресурсоэффективности проекта, выявление вредных и опасных производственных факторов, и средств защиты от них. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, было произведено техническое нормирование, а также определено необходимое оборудование для производства данной детали. Для оформления чертежей использовалась программа «КОМПАС-3D».

Результатом данной работы является технологический процесс изготовления детали «Фреза насадная».

Эффективность спроектированного технологического процесса определена экономическими расчетами.

Оглавление

Введение	9
1 Проектирование технологического процесса.....	10
1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	10
1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ.....	13
1.3 Анализ технологичности конструкции детали	16
1.4 Выбор типового технологического процесса	19
1.5 Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления.....	21
1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали	24
1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций	24
1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров заготовки	28
1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	36
1.8 Расчет и назначение режимов обработки	41
1.9 Нормирование технологического процесса	44
1.10 Техничко - экономическое обоснование и показатели технологического процесса	46
2. Проектирование станочного приспособления	49
2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления.....	49
2.2 Выбор базовой конструкции, описание работы приспособления.....	50
2.3 Разработка схемы установки заготовки и расчет погрешностей обработки.....	51
2.4 Назначение технических требований на изготовление и сборку приспособления	51
2.5 Точностной расчет приспособления	52

2.6	Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке	54
2.7	Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима	55
2.8	Выбор и расчет силового привода.....	56
2.9	Экономическое обоснование применения приспособления	58
2.10	Разработка чертежа общего вида приспособления	59
2.11	Проектирование технологии сборки приспособления.....	59
3.	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	64
3.1	Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	64
3.1.1	Потенциальные потребители результатов технического проектирования.....	65
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений	66
3.2	Планирование технического проектирования работ.....	67
3.2.1	Структура работ технического проектирования.....	68
3.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ	69
3.2.3	Разработка проведения технического проектирования	70
3.3	Смета затрат на технический проект	73
3.3.1.	Расчет материальных затрат технического проекта.....	73
3.3.2	Полная заработная плата исполнителей темы	74
3.3.3	Отчисления во внебюджетные фонды	75
3.3.4	Накладные расходы.....	76
3.3.5	Формирование сметы затрат технического проекта	76
3.4	Определение ресурсосберегающей, эффективности исследования	77
4.	Социальная ответственность	80

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	80
4.2. Производственная безопасность	82
4.3. Экологическая безопасность	91
4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях	93
Заключение	98
Список использованных источников	99

Введение

Технологический процесс в машиностроении характеризуется не только улучшением конструкции машин, но и непрерывным совершенствованием технологии их производства. В настоящее время важно качественно, дешево и в заданные плановые сроки с минимальными затратами живого и овеществленного труда изготовить машину, применив современные высокопроизводительное оборудование, инструмент, технологическую оснастку, средства механизации и автоматизации производства. От принятой технологии производства во многом зависят долговечность и надежность работы выпускаемых машин, а также экономика их эксплуатации. Совершенствование технологии машиностроения определяется потребностями производства необходимых обществу машин. Вместе с тем развитие новых прогрессивных технологических методов способствует конструированию более совершенных машин, снижению их себестоимости и уменьшению затрат труда на их изготовление.

Цель данной работы: спроектировать технологический процесс изготовления детали «Фреза насадная». Для этого нужно разобраться с назначением и конструкцией детали, проанализировать технологичность конструкции фрезы и произвести технологический контроль чертежа, определить тип организации производства, выбрать заготовку для изготовления насадной фрезы, составить маршрутный техпроцесс, рассчитать припуски, выполнить размерный анализ, рассчитать режимы резания. Выбрать оборудование, приспособление, инструмент, с помощью которого будет производиться обработка. Кроме того, необходимо спроектировать и рассчитано по всем параметрам станочное приспособление.

Спроектированный технологический процесс должен удовлетворять требованиям экономичности изготовления детали быть эффективнее существующего.

1 Проектирование технологического процесса

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание

Деталь «Фреза насадная» является базовой деталью режущего инструмента – насадной длиннокрюмочной фрезы для обработки уступов под углом 90° . Основное применение фрезы: фрезерование уступов; многопроходное фрезерование уступов; линейное и винтовое врезание под углом; фрезерование глубоких уступов; обработка кромок; обработка карманов.

Корпус предназначен для крепления к нему сменных многогранных режущих пластин и образования, таким образом, действующего режущего инструмента, а при помощи центрального отверстия корпус фрезы крепиться посредством переходников и оправок непосредственно к исполнительному механизму технологического оборудования.

Для крепления СМП в конструкции фрезы предусмотрены 4 паза сложной конфигурации с резьбовыми отверстиями М4, через которые винтами производится фиксация пластин в гнездах.

Для соединения фрезы с исполнительным механизмом, в корпусе выполнено центральное посадочное отверстие $\text{Ø}22\text{H}7$, Ra 0,8 мкм. Прилегающий торец также выполнен с повышенными требованиями к точности, шероховатости и взаимному расположению относительно посадочного отверстия $\text{Ø}22\text{H}7$. Во избежание провортота фрезы при работе на базовой торцовой поверхности выполнен паз $b=10,5$ мм, $h=6,5$ мм.

С противоположной стороны центрального отверстия выполнена расточка под головку крепежного элемента (винта).

Масса детали «Фреза насадная» 0,55 кг.

Выполнив анализ конструкторского чертежа можно сделать вывод, что число проекции, сечений, разрезов достаточно. Оценена простановка размеров

и предельных отклонений, расположения поверхностей и шероховатости.

Шероховатость свободных поверхностей, не указанных на чертеже, имеет значение Ra 6,3 мкм. Неуказанные предельные отклонения размеров охватывающих по H14, охватываемых по h14, остальных по IT14/2.

Конструктивное исполнение деталей типа «Фреза насадная», применяемый материал и необходимые параметры точности определяют исходя из служебного назначения детали, требований к работе механизма и условий его эксплуатации. При этом учитывают также технологические факторы, связанные с возможностью получения требуемой конфигурации заготовки, возможностями механической обработки, и удобства сборки, которую начинают с базовой детали.

Точность размеров:

Точность диаметров и линейных размеров всех поверхностей детали колеблется в широких пределах и на каждом размере проставлена на чертеже.

Все остальные размеры диаметрально и линейные 14 качеству точности.

Точность взаимного расположения поверхностей:

Допуск торцового биения торцевой поверхности $\varnothing 48,5_{-0,1}$ относительно оси базового отверстия Г составляет 0,02 мкм.

Шероховатость неуказанных поверхностей детали – Ra6,3 мкм.

Заданная шероховатость соответствует требованиям, предъявляемым к их точности.

Деталь «Фреза насадная» изготавливается из конструкционной легированной стали 40X, использование данной стали наиболее рационально для изготовления детали, она достаточно легко обрабатывается и отвечает всем требованиям, предъявляемым к детали.

Химический состав стали 40X по ГОСТ 4543-71 приведен на рисунке 1, а механические свойства на рисунке 2.

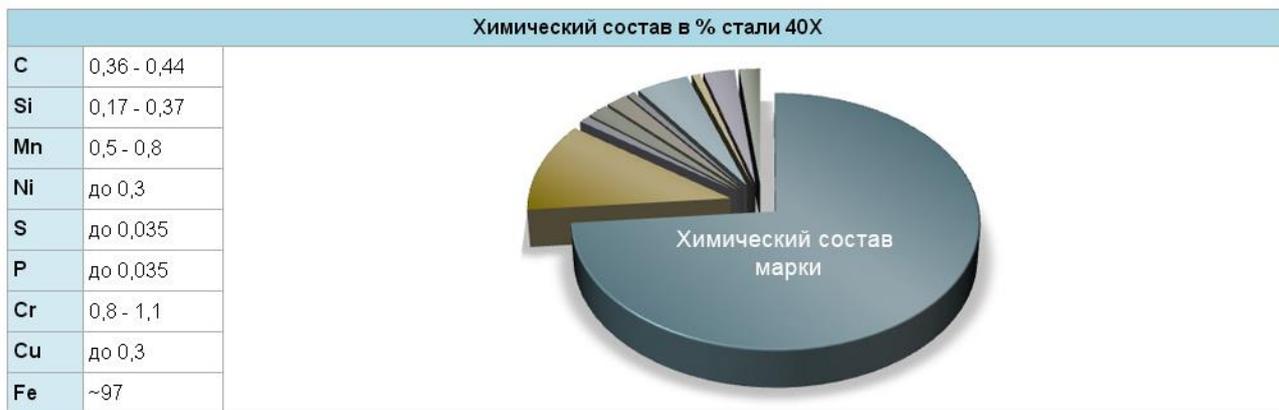


Рисунок 1 – Химический состав стали 40Х по ГОСТ 4543-71

Механические свойства стали 40Х									
ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Сечение, мм	КП	$\sigma_{0,2}$ (МПа)	σ_b (МПа)	δ_5 (%)	ψ %	КСУ (кДж / м ²)	НВ, не более
4543-71	Пруток. Закалка 860 °С, масло. Отпуск 500 °С, вода или масло	25		780	980	10	45	59	
8479-70	Покровки: нормализация	500-800	245	245	470	15	30	34	143-179
	закалка, отпуск	300-500	275	275	530	15	32	29	156-197
	нормализация	500-800	275	275	530	13	30	29	156-197
	нормализация	до 100	315	315	570	17	38	39	167-207
	закалка, отпуск	100-300	315	315	570	14	35	34	167-207
	закалка, отпуск	300-500	315	315	570	12	30	29	167-207
8479-70	нормализация	до 100	345	345	590	18	45	59	174-217
	закалка, отпуск	100-300	345	345	590	17	40	54	174-217
	закалка, отпуск	300-500	345	345	590	14	38	49	174-217
8479-70	закалка, отпуск	до 100	395	395	615	17	45	59	187-229
	закалка, отпуск	100-300	395	395	615	15	40	54	187-229
	закалка, отпуск	300-500	395	395	615	13	35	49	187-229

Предел выносливости стали 40Х				
σ_{-1} , МПа	Φ_{-1} , МПа	n	Состояние стали	
363	240	10 ⁶	$\sigma_b=690$ МПа	
470		10 ⁶	$\sigma_b=690$ МПа	
509		5*10 ⁶		$\sigma_{0,2}=690$ МПа, $\sigma_b=690$ МПа
333				$\sigma_b=690$ МПа
372				Закалка 860 °С, масло, отпуск 550 °С

Ударная вязкость стали 40Х КСУ, (Дж/см ²)				
T= +20 °С	T= -25 °С	T= -40 °С	T= -70 °С	Термообработка
160	148	107	85	Закалка 850 °С, масло, отпуск 650 °С
91	82		54	Закалка 850 °С, масло, отпуск 580 °С

Прокаливаемость стали 40Х (ГОСТ 4543-71)										
Расстояние от торца, мм									Примечание	
1,5	4,5	6	7,5	10,5	13,5	16,5	19,5	24	30	
20,5-60,5	48-59	45-57,5	39,5-57	35-53,5	31,5-50,5	28,5-46	27-42,5	24,5-39,5	22-37,5	Твердость для полос прокаливаемости, HRC

Рисунок 2 – Механические свойства стали 40Х ГОСТ 4543-71

Заменители: 45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР)

Класс: Сталь конструкционная легированная

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

Удельный вес: 7820 кг/м^3

Твердость материала: $\text{HB } 10^{-1} = 217 \text{ МПа}$

Температура критических точек: $A_{c1} = 743$, $A_{c3}(A_{cm}) = 815$, $A_{r3}(A_{rcm}) = 730$, $A_{r1} = 693$

Флокеночувствительность: чувствительна

Свариваемость: трудносвариваема. Способы сварки: РДС, ЭШС, необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС - необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием: в горячекатаном состоянии при $\text{HB } 163\text{-}168$ и $\sigma_B = 610 \text{ МПа}$, $K_{v \text{ тв. спл}} = 1,2$ и $K_{v \text{ б.ст}} = 0,95$

Температураковки, °С: начала 1250, конца 800. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Склонность к отпускной хрупкости: склонна.

1.2 Определение типа производства, форм и методов организации работ

В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное.

Массовое производство характеризуется узкой номенклатурой выпускаемых изделий при большом объеме выпуска.

Серийное производство характеризуется более широкой номенклатурой выпускаемых изделий и меньшим объемом выпуска.

Единичное производство характеризуется широкой номенклатурой и малым объемом выпуска изделий.

Тип производства согласно ГОСТ 14.004-83 характеризуется коэффициентом закрепления операций за одним рабочим местом или единицей оборудования.

Коэффициент закрепления операций определяется отношением числа всех различных технологических операций, выполненных или подлежащих выполнению в течение месяца к числу рабочих мест.

Коэффициент закрепления операций в соответствии с ГОСТ 3.11.0-74 принимают равным отношению количества технологических операций, выполняемых в течение месяца на участке, к количеству рабочих мест на участке:

$K_{з.о} = 1$ - для массового производства;

$1 < K_{з.о} < 10$ - для крупносерийного производства;

$10 < K_{з.о} < 20$ - для среднесерийного производства;

$20 < K_{з.о} < 40$ - для мелкосерийного производства.

Для единичного производства $K_{з.о}$ свыше 40.

В данном проектировании при отсутствии исходных данных по базовому варианту (количество технологических операций и количество рабочих мест) тип производства определяется по годовому объему выпуска и массе детали.

Т.к масса детали составляет 0,55 кг, а годовая программа выпуска 1800 шт., то тип производства ориентировочно будет среднесерийным.

Рассчитаем количество деталей в партии единовременного запуска n , шт. [10]:

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

где $N = 1800$ шт. – годовой объем выпуска деталей;

$a = 8$ дн. – периодичность запуска в днях;

$\Phi = 252$ дн. – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{1800 \cdot 8}{252} = 57,1шт.$$

принимаем $n = 58$ шт.

Для среднесерийного типа производства рассчитываем такт выпуска $t_{в}$, мин: [10]

$$t_g = \frac{60 \cdot F_d}{N}, \quad (1.2)$$

где $F_d = 4015$ ч. – годового фонда времени работы оборудования.

$$t_g = \frac{60 \cdot 4015}{1800} = 133,8 \text{ мин.}$$

Серийное производство является основным типом современного машиностроения, и предприятия этого типа выпускают в настоящее время 75-80% всей продукции машиностроения страны. По всем технологическим характеристикам серийное производство занимает промежуточное положение между единичным и массовым производством.

Объем выпуска предприятий серийного типа колеблется от сотен до тысяч регулярно повторяющихся изделий.

Персонал: Рабочие средней квалификации. Наряду с работниками высокой квалификации, работниками на сложных универсальных станках и наладчиками используются рабочие-операторы, работающие на настроенных станках.

Заготовки: Средней точности. В качестве исходных заготовок используется холодный и горячий прокат, литье в землю и под давлением, точное литье, поковки и точные штамповки и прессы. Требуемой точности достигают как методами автоматического получения размеров, так и методами пробных ходов и промеров с частичным применением разметки.

Оборудование: Универсальное и специализированное, частично специализированное. Широко используются станки с ЧПУ, обрабатывающие центры и находят применение гибкие, автоматизированные системы станков с ЧПУ, связанные с транспортирующими устройствами и управлением от ЭВМ. Оборудование расставляется по технологическим группам с учетом направления основных грузопотоков цеха по предметно-замкнутым участкам. Однако одновременно используются групповые поточные линии и переменные-поточные автоматизированные линии. Большое значение имеет

универсально-сборная переналаживаемая технологическая оснастка, позволяющая существенно повысить коэффициент оснащенности серийного производства.

Серийное производство является наиболее гибким и устойчивым, наиболее поддается автоматизированию.

1.3 Анализ технологичности конструкции детали

Качество изготовления продукции определяется совокупностью свойств процесса ее изготовления, соответствием этого процесса и его результатов установленным требованиям. В машиностроении показатели качества изделия тесно связаны с точностью обработки деталей машин.

Технологический анализ позволяет улучшить технико-экономические показатели технологического процесса.

Проанализируем чертеж конструкции исходной детали и дадим качественную оценку ее технологичности.

Тип детали – корпусная деталь с центральным ступенчатым отверстием, пазами различных конфигураций и небольшими габаритами.

Материал детали сталь 40Х ГОСТ 4543-71 обычно применяется при изготовлении высоконагруженных деталей. Он хорошо обрабатывается резанием, что способствует сокращению времени обработки.

В качестве технологических баз используют диаметральные поверхности, которые позволяют обработать почти все поверхности на единых базах.

Требования к шероховатости средние – есть поверхности с высокими требованиями, обработка которых усложняет техпроцесс, увеличивает номенклатуру обрабатывающего инструмента, но есть и с достаточно невысокими, обработка которых не требует больших затрат времени и высокой трудоемкости.

Наружные поверхности детали имеют открытую форму, что обеспечивает обработку на проход и свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям. Неудобными в обработке могут оказаться пазы, предназначенные для крепления режущих сменных многогранных пластин.

При обработке детали и при контроле не требуется проектирования специального мерительного и режущего инструмента, измерение и обработку можно производить стандартными инструментами

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод, что представленная деталь является среднетехнологичной.

Оценку технологичности проведём по количественным и качественным показателям.

Качественная оценка технологичности

Таблица 1- Качественная оценка технологичности

Требования технологичности	Характеристика технологичности
Возможность обработки заготовок на проход.	Технологична
Возможность уменьшения диаметров фланцев или буртов (коэффициента использования металла).	Технологична
Конструкция детали должна обеспечивать возможность многоместной обработки.	Технологична
Возможность обработки максимального количества размеров высокопроизводительными методами и инструментами.	Технологична
Перепад размеров должен быть минимальным.	Нетехнологична
Отсутствие глубоких отверстий малого диаметра.	Технологична
Форма конструктивных элементов детали (КЭД) – фасок, канавок и т.п. должна обеспечивать удобный подвод инструмента.	Нетехнологична
Унификация КЭД для использования при обработке станков с программным управлением.	Технологична
Допускает ли жесткость высокую точность обработки	Технологична

Деталь «Фреза насадная» имеет конструкцию, которую надо признать технологичной, т.к. удовлетворяет 80% требований при отработке конструкции на технологичность.

Количественная оценка технологичности

Характеризуется расчетом ряда показателей, характеризующих отдельные свойства. Для оценки технологичности конструкции могут быть использованы следующие показатели:

Коэффициент унификации [1]

$$K_y = \frac{n_y}{n_o} = \frac{8}{28} = 0,28, \text{ где} \quad (1.3)$$

n_y - число унифицированных элементов детали, шт.

n_o - общее число конструктивных элементов детали, шт.

Коэффициент точности обработки детали [1]

$$K_T = \frac{n_H}{n_o} = \frac{9}{48} = 0,19, \text{ где} \quad (1.4)$$

n_H - число размеров необоснованной степени точности,

n_o - общее число размеров, подлежащих обработке.

Коэффициент шероховатости [1]

$$K_{ш} = \frac{R_H}{R_o} = \frac{3}{48} = 0,06, \text{ где} \quad (1.5)$$

R_H - число поверхностей необоснованной шероховатости,

R_o - общее число поверхностей, подлежащих обработке.

Коэффициент использования материала [7]

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_з} = \frac{0.55}{1.35} = 0,41, \text{ где} \quad (1.6)$$

M_d - масса детали, кг,

M_3 - масса заготовки, кг.

Вывод по результатам анализа технологичности: количественная оценка технологичности показала, что сложность изготовления детали высокая, т. к. $K_T=0,19$; коэффициент унификации не входит в допустимые пределы $0,4-0,6$; при выборе метода изготовления детали $K_{MM}=0,41$ - невысокий показатель использования материала. Деталь относим к низкотехнологичным.

Каждая деталь должна изготавливаться с минимальными трудовыми и материальными затратами. Эти затраты можно сократить в значительной степени правильным выбором варианта технологического процесса, его оснащения, механизации и автоматизации, применения оптимальных режимов обработки и правильной подготовке производства. На трудоемкость изготовления детали оказывает особое влияние ее конструкция и технологические требования на изготовление. Технологичность важнейшая техническая основа, обеспечивающая использование конструкторских технологических резервов. Правила отработки конструкции детали на технологичность приведены в ГОСТ 14.203-83.

1.4 Выбор типового технологического процесса

В зависимости от формы организации технологического процесса различают три его вида:

- единичный;
- типовой;
- групповой.

Типовой технологический процесс должен быть рациональным в конкретных производственных условиях, характеризоваться единством содержания и последовательности большинства технологических операций для группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками.

Разрабатывают его на основе анализа множества действующих и возможных технологических процессов на типовые представители групп изделий.

Типовой технологический процесс разрабатывается на основе анализа множества действующих и возможных техпроцессов для типовых представителей групп изделий. Он должен быть рациональным в конкретных производственных условиях и обладать единством содержания и последовательности большинства технологических операций для группы изделий, обладающих общими конструктивными признаками.

Проектирование техпроцессов зависит от типа производства.

Для простых деталей разрабатываются подробные маршрутные техпроцессы с указанием содержания операций и переходов, а также выдерживаемых размеров. Типовые техпроцессы обычно оснащаются универсальным станочным оборудованием и стандартной оснасткой. Применяются универсальные и групповые приспособления.

В крупносерийном производстве в качестве заготовок широко используются сортовой прокат, отливки, штамповки на молотах, сварные конструкции и другие виды заготовок, применение которых экономически целесообразно.

Технологический процесс должен обеспечивать изготовление деталей заданного качества и объема выпуска, удовлетворять требованиям высокой производительности обработки, наименьшей себестоимости продукции, безопасности и облегчения условий труда.

Свойства деталей формируются поэтапно - от операции к операции, поскольку для каждого способа обработки (точения, шлифования и др.) существуют возможности исправления исходных погрешностей заготовки и получения требуемых точности и качества обработанных поверхностей. Это объясняется, прежде всего, физической сущностью способ обработки.

Проектируя технологическую операцию, необходимо стремиться к уменьшению ее трудоемкости. Производительность обработки зависит от

режимов резания, количества переходов и рабочих ходов, последовательности их выполнения.

Число и последовательность технологических переходов зависят от вида заготовок и точностных требований к готовой детали. Совмещение переходов определяется конструкцией детали, возможностями расположения режущих инструментов на станке и жесткостью заготовки. Переходы, при которых соблюдаются жесткие требования к точности и шероховатости поверхности, иногда целесообразно выделить в отдельную операцию, применяя одноместную одноинструментальную последовательную обработку.

Форма детали «Фреза насадная» - тело вращения со ступенчатым центральным отверстием и гнездами неправильной геометрической формы. Значение шероховатостей поверхностей соответствует классам точности их размеров и методам обработки этих поверхностей. Для обработки детали достаточно использовать токарную, токарно-фрезерную на обрабатывающем центре и шлифовальную операцию.

1.5 Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

Метод выполнения заготовки для деталей определяется назначением и конструкцией детали, материалом, техническими требованиями, масштабом и серийностью выпуска, а также экономичностью изготовления. Выбрать заготовку – значит установить способ её получения, наметить припуски на обработку каждой поверхности, рассчитать размеры и указать допуски на неточность изготовления. Для рационального выбора заготовки необходимо одновременно учитывать все вышеперечисленные исходные данные, так как между ними существует точная взаимосвязь. Окончательное решение можно принять только после экономического комплексного расчета себестоимости заготовки и механической обработки в целом.

Возможны следующие варианты получения заготовки:

1) изготовление из сортового материала (круга);

2) горячая штамповка.

Метод получения исходной заготовки из круглого горячекатаного проката по ГОСТ 2590-88 Ø60 мм сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Стоимость заготовки из сортового проката[1]:

$$S_{\text{заг}} = M + \sum C_{\text{о.з.}} \quad (1.7)$$

где М – затраты на материал заготовки, руб.;

$\sum C_{\text{о.з.}}$ – себестоимость операции плавки, калибрования прутков, разрезки их на штучные заготовки

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{C_{\text{п.з.}} \cdot T_{\text{шт(ш-к)}}}{60} \quad (1.8)$$

где Сп.з. – приведенные затраты на рабочем месте, руб/ч;

$T_{\text{шт(ш-к)}}$ – штучное или штучно-калькуляционное время выполнения заготовительной операции (правка, калибровка, резка и др.).

Принимаем Сп.з.=424 руб/ч (резка на отрезных станках, работающих дисковыми пилами). Для отрезной операции $T_{\text{шт(ш-к)}}=2,318$ мин.

$$C_{\text{о.з.}} = \frac{424 \cdot 2,318}{60} = 16,4 \text{ руб.}$$

Затраты на материал определяются по массе проката, необходимого для изготовления детали, и массе сдаваемой стружки [1].:

$$M = Q \cdot S - (Q - q) \cdot \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (1.9)$$

где Q – масса заготовки, Q=1,35 кг (заготовка круг Ø60 мм длиной 60 мм);

S – цена 1 кг материала заготовки, руб;

q – масса готовой детали, кг; q=0,55 кг;

$S_{\text{отх}}$ – цена 1 т отходов, руб.

Принимаем: S= 60 руб.; $S_{\text{отх}}= 8000$ руб/т.

$$M = 1,35 \cdot 60 - (1,35 - 0,55) \cdot \frac{8000}{1000} = 81 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала по формуле (1.5):

$$K_{ум} = \frac{0,55}{1,35} = 0,41$$

Найдем стоимость заготовки из проката стального горячекатаного круглого:

$$S_{зар} = 81 + 16.4 = 97.4 \text{ руб.}$$

Рассмотрим метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ).

Стоимость заготовки, полученной ковкой на ГКМ определяется по формуле[7].:

$$S_{зар} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} \right) - (Q - q) \cdot \frac{S_{отх}}{1000} \quad (1.10)$$

где S_i – базовая стоимость одной тонны заготовок, руб;

k_T – коэффициент, зависящий от точности поковки;

k_C – коэффициент, зависящий от группы сложности поковки;

k_B – коэффициент, зависящий от массы поковки;

k_M – коэффициент, зависящий от марки материала поковки;

k_{II} – коэффициент, зависящий от объема производства заготовок.

Принимаем: $S_i = 112300$ руб; $k_T = 1$; $k_C = 0,8$; $k_B = 0,87$; $k_M = 1$; $k_{II} = 1$.

$$S_{зар} = \left(\frac{112300}{1000} \cdot 1.12 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 \right) - (1.12 - 0.55) \cdot \frac{8000}{1000} = 105.63 \text{ руб.}$$

Коэффициент использования материала по формуле (2.5):

$$K_{ум} = \frac{0,55}{1,12} = 0,49$$

Определяем годовой экономический эффект применения метода получения заготовки – сортовой прокат круглого сечения[12].:

$$\mathcal{E}_Г = (S_{зар}^{баз} - S_{зар}^{пр}) \cdot N \quad (1.11)$$

где $S_{зар}^{баз}$ – стоимость заготовки по базовому варианту;

$S_{зар}^{пр}$ – стоимость заготовки по принятому варианту.

$$\mathcal{E}_Г = (105.63 - 97.4) \cdot 1800 = 14814 \text{ руб.}$$

Принимаем решение в качестве исходной заготовки применить сортовой горячекатенный прокат круглого сечения Ø60 мм ГОСТ 2590-88 из стали 40Х ГОСТ 4543-71 длиной 60 мм.

1.6 Проектирование технологического процесса изготовления детали

1.6.1 Разработка маршрута обработки поверхностей заготовки и содержания технологических операций

Выбор станочного оборудования является одной из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного его выбора зависит производительность изготовления детали, экономное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия.

В зависимости от объёма выпуска изделий выбираем универсальные станки.

Выбор приспособления. При разработке технологического процесса механической обработки заготовки необходимо правильно выбрать приспособления, которые должны способствовать повышению производительности труда, ликвидации предварительной разметки заготовки и выверки их при установке на станке.

Применение станочных приспособлений и вспомогательных инструментов при обработке заготовок даёт ряд преимуществ:

- повышает качество и точность обработки деталей;
- сокращает трудоёмкость обработки заготовок за счёт резкого уменьшения времени, затрачиваемого на установку, выверку и закрепление;
- создаёт возможность одновременной обработки нескольких заготовок, закреплённых в общем приспособлении.

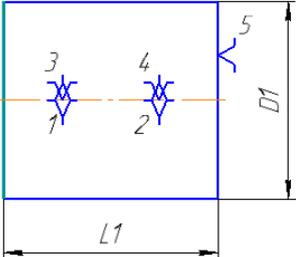
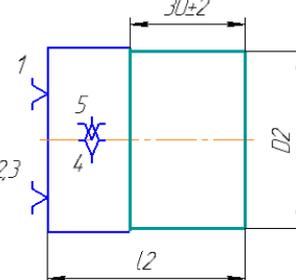
Выбор режущего инструмента. При разработке технологического процесса механической обработки заготовки выбор режущего инструмента, его вида, конструкции и размеров в значительной мере предопределяется методами обработки, свойствами обрабатываемого материала, требуемой точностью обработки и качеством обрабатываемой поверхности заготовки.

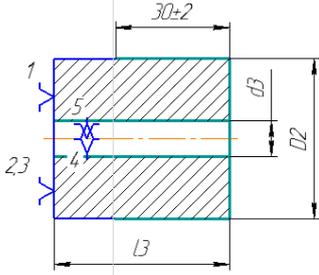
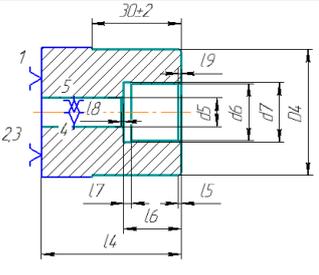
При выборе режущего инструмента необходимо стремиться принимать стандартный инструмент, но, когда целесообразно, следует применять специальный, комбинированный, фасонный инструмент, позволяющий совмещать обработку нескольких поверхностей.

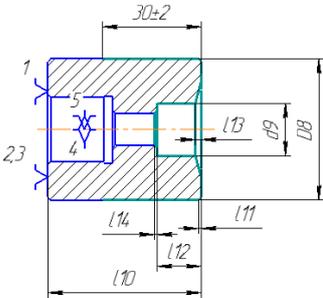
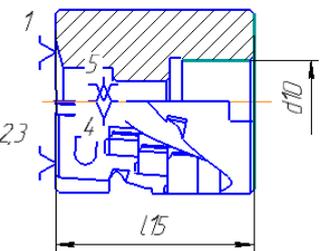
Правильный выбор режущей части инструмента имеет большое значение для повышения производительности и снижения себестоимости обработки. Выбор материала для режущего инструмента зависит от формы и размеров инструмента, материала обрабатываемой заготовки, режимов резания и типа производства.

Режущий инструмент выбираем по соответствующим стандартам и справочной литературе в зависимости от методов обработки детали.

Таблица 2 – Маршрутный техпроцесс изготовления детали.

№ п/п	Наимен. операц	Операционный эскиз	Оборуд	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Содержание операции
005	Отрезная		8А66	Пила b=6 Ø510 мм ГОСТ 4047-82	ШЦ-П- 125-0,05 ГОСТ 166-89; угольник ГОСТ 3749-77	Отрезать мерную заготовку l=60±2 мм
010	Токарно-винторезная		16К20	Резец 2102- 2191 ГОСТ 24996-81; пластина Т15К6 4- х гранная ГОСТ 19052-80;	ШЦ-П- 125– 0.05 ГОСТ 166-89	Установ А Установить и закрепить деталь. 1. Подрезать торец, в размер 54 _{-0,3} мм; 2. Точить Ø48,8 _{-0,2} на l= 30±2 мм до кулачков; Установ Б Переустановить

				сверло Ø10,4 мм ГОСТ 14952-75		деталь, выверить, закрепить 3. Подрезать торец, в размер 52,8 _{-0,3} мм; 4. Точить Ø48,8 _{-0,2} на l= 30±2 мм до кулачков; 5. Сверлить отверстие диаметром 10,4 ^{+0,43} мм напроход.
015	Термическая					Термообработка до 26..30 HRC. На поверхностях и отверстиях не должно быть солей, оплавления, разъедания, наличия металлического песка
020	Токарно-фрезерная		DMG GILD EMEI STER CTX 510	Резец 2102- 2191 ГОСТ 24996-81; пластина T15K6 4- х гранная ГОСТ 19052-80; резец расточной 2140- 0501 T5K10 ГОСТ 18872-73; резец канавочный 2120- 0053 BK6 ГОСТ 18881-73; фреза концевая Ø16, 10, 4 мм ГОСТ 17025-71; сверло спиральное Ø3,6 мм ГОСТ 10902- 77; метчик M4 ГОСТ 3266-81	ШЦ-Ш- 125-0,1 ГОСТ166 -80; фаскомер ; эталонная режущая пластина; калибр резьбовый ГОСТ 17758-72; комплект щупов; ШГ-160 ГОСТ 162-80; калибр на глубину шпон. паза; калибр на смещение шпон. паза	Установ А Установить и закрепить деталь 1. Подрезать торец, выдерживая размер 52,5 _{-0,15} мм; 2. Точить фаску 1x45 ⁰ 3. Точить Ø48,5 _{-0,1} мм на l=30±2 мм до кулачков; 4. Расточить отв. Ø22H7 на глубину 22 мм; 5. Расточить проточку Ø23мм b=3 мм, выдерживая размер 22 мм; 6. Расточить отв. Ø11 мм напроход; 7. Расточить 2 фаски 1x45 ⁰ ; 8. Фрезеровать шпоночный паз шириной 10,4 ^{+0,11} мм на глубину 6,5 ^{+0,15} мм; 9. Фрезеровать 2 фаски 0,6x45 ⁰ ; Установ Б Переустановить деталь, выверить, закрепить 10. Подрезать торец, выдерживая размер 52,2±0,2 мм; 11. Точить фаску 1x45 ⁰ ;

						<p>3. Точить $\varnothing 48,5_{-0,1}$ мм на $l=30\pm 2$ мм до кулачков; 12. Расточить отв. $\varnothing 18^{+0,2}$ мм на глубину 15 мм; 13. Расточить фаску $1 \times 45^{\circ}$; 14. Расточить фаску $2 \times 15^{\circ}$; 15. Фрезеровать стружечные канавы и гнезда по программе с поворотом детали на мерный угол в патроне; 16. Сверлить 4 отв. диаметром 3,6 мм напроход; 17. Нарезать резьбу М4 в 4-х отв. напроход.</p>
025	Слесарная		Верстак		Напильник ГОСТ 1465-60	Отпилить заусенцы
030	Внутришлифовальная		3А227	Шлиф. круг ПП 20х20х6 24А 40 НСМ2 6К5 ГОСТ 2424-83; шлиф. круг 12А2 125 х32х32х1 0 ЛОСП 100/80 КБ ГОСТ 17123-79.	Калибр-пробка 22Н7; Прибор МИЗ-339; ШЦ-П-125-0,05 ГОСТ 166-89	Шлифовать отверстие и торец, выдерживая размеры $22^{+0,021}$ мм и $52,2\pm 0,15$ мм
035	Промывка		Ванны			Промыть корпус
040	Контроль				Прибор Zoller Genius 3; оправка; щуп №1 кл.2 ГОСТ 882-75; ШГ-160 ГОСТ 152-80	
045	Маркировка					

1.6.2 Размерный анализ технологического процесса: расчет допусков, припусков, промежуточных и исходных размеров в заготовки

Назначение операционных допусков

Величины операционных допусков принимаем в соответствии со средне-экономической точностью используемого метода обработки, с учетом схемы формирования размера и состояния исходной (измерительной) базы.

Допуски на линейные операционные размеры, параллельные оси детали приведены в таблице 6.

Расчет линейных операционных размеров. Построение размерной схемы технологического процесса и размерных цепей

На рисунке 3 приведена размерная схема технологического процесса.

На рисунках 4 и 5 приведены технологические размерные цепи.

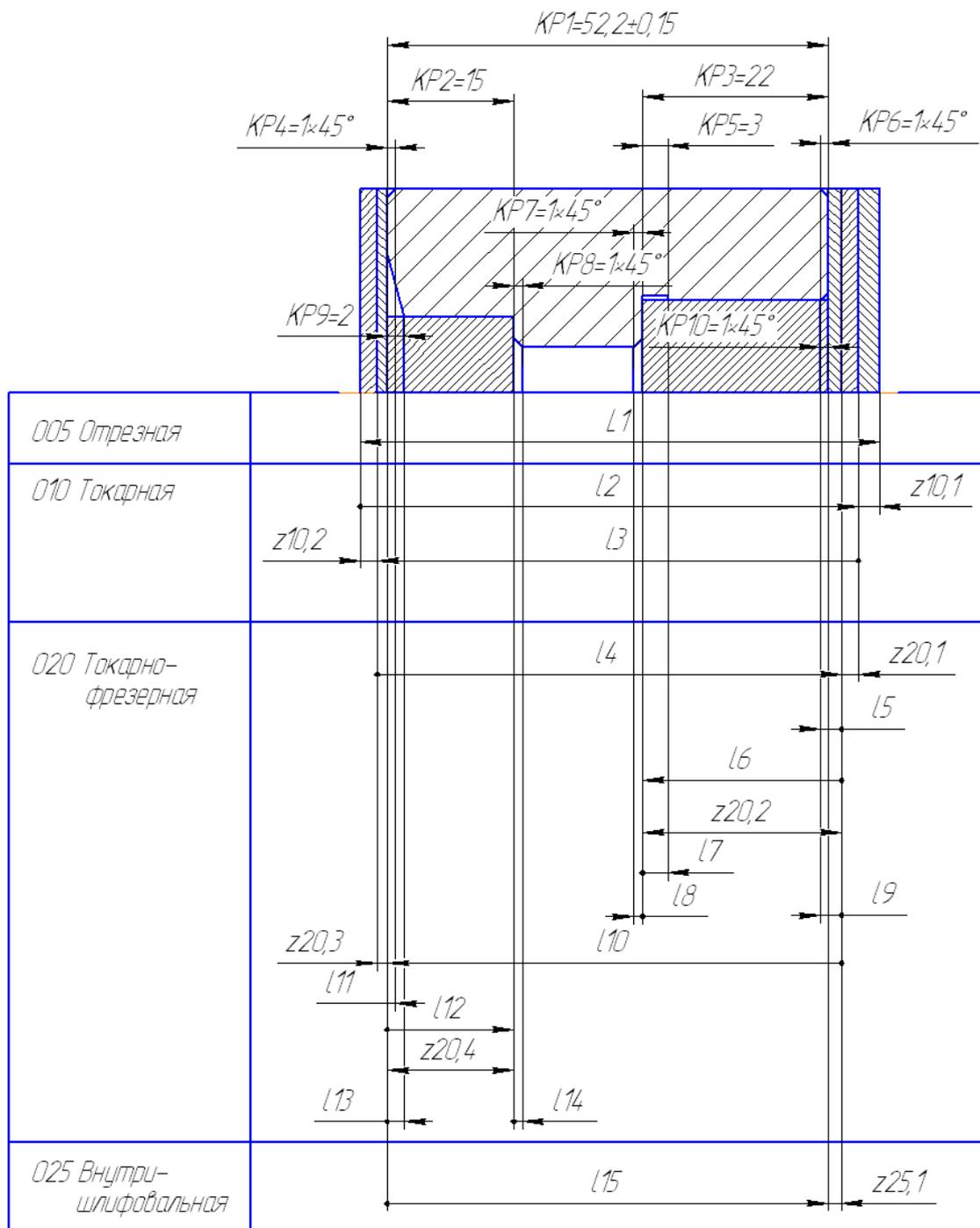


Рисунок 3 - Размерная схема технологического процесса

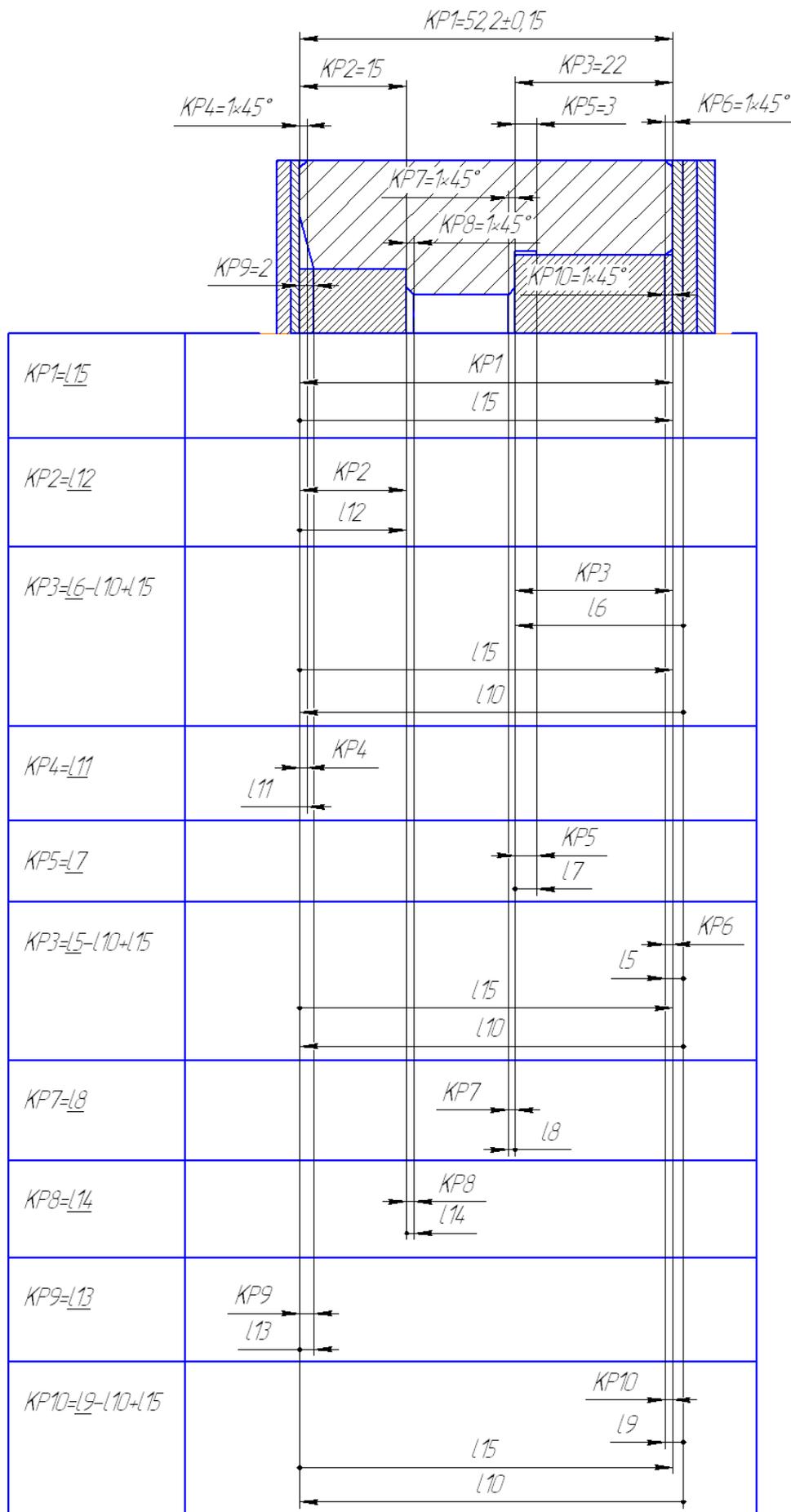


Рисунок 4 - Технологические размерные цепи

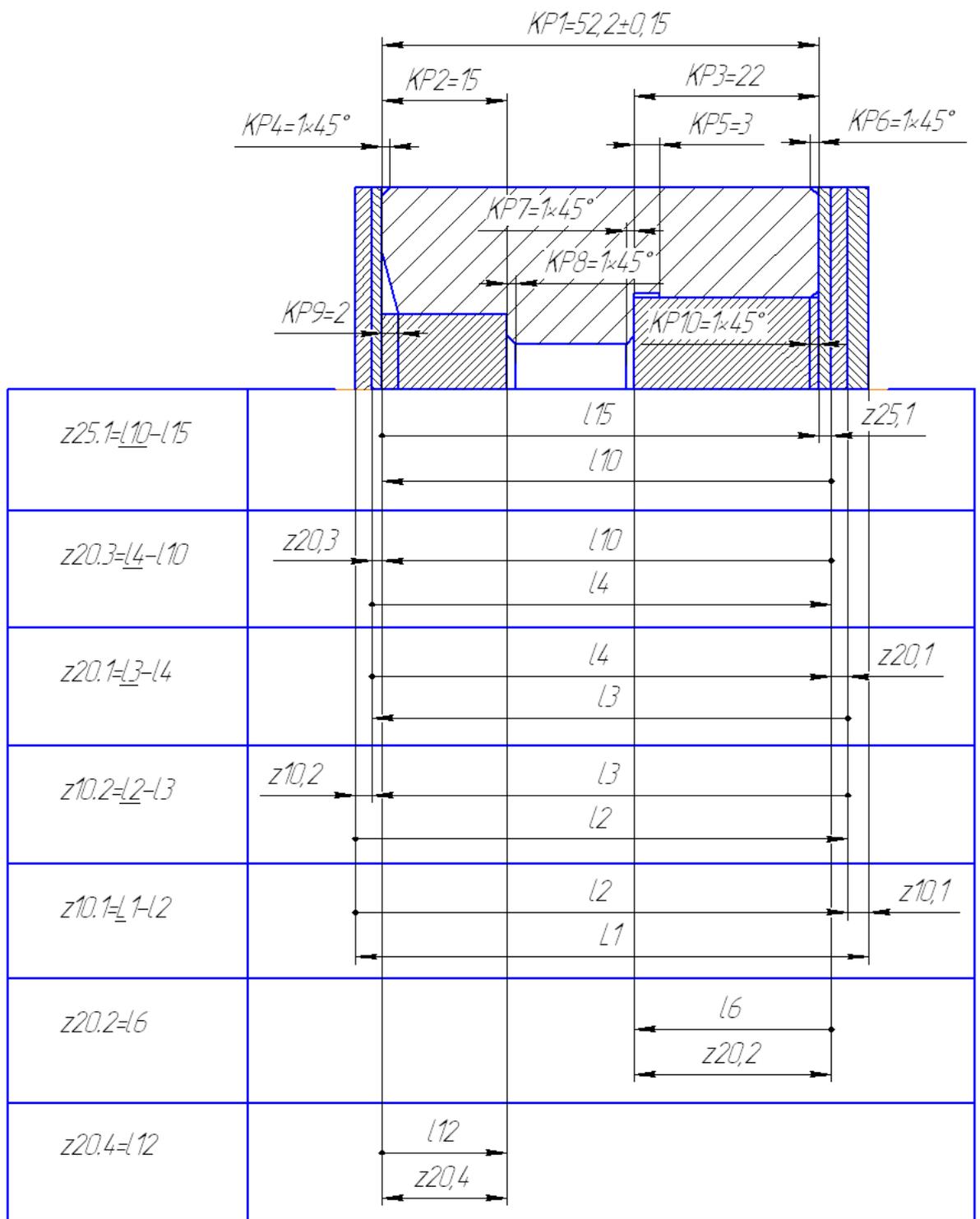


Рисунок 5 - Технологические размерные цепи

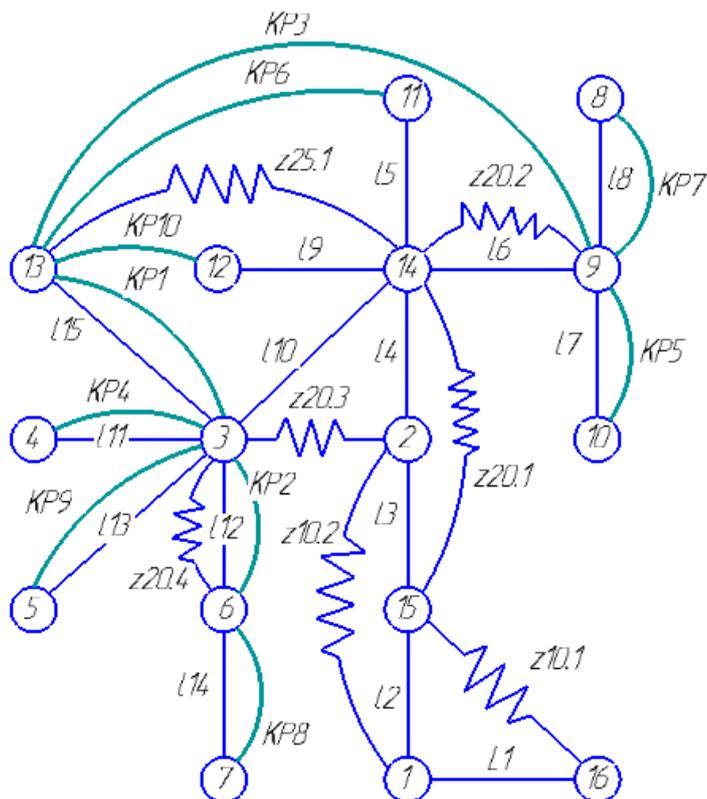


Рисунок 6 – Граф-дерево

Составление уравнений замыкающих звеньев размерных цепей и упорядочение цепей

Уравнения размерных цепей составляются относительно их замыкающих звеньев с использованием следующего правила: составляющие звенья, направленные на контуре цепи в противоположную сторону по сравнению с направлением замыкающего звена, записываются с положительным знаком, а в ту же сторону, что и замыкающее звено – со знаком минус.

Допуски на линейные операционные размеры, и припуски на обработку заготовки приведены в таблице 3.

Определение минимальных припусков ($Z_{i \min}$) на обработку

Минимальный припуск – это слой металла, необходимый для осуществления заданной обработки, т.е. для удаления всех погрешностей предшествующей ступени обработки и компенсации всех тех погрешностей

выполняемой ступени (операции), которые ни прямо, ни косвенно не регламентируются через допуски на операционные размеры.

До непосредственного определения линейных операционных размеров по таблицам П23-31 [1] назначим величину припуска $Z_{i \min}$ на каждую ступень обработки. Полученные значения Z_{\min} заносим в таблицу 3.

Таблица 3 - Допуски на линейные операционные размеры, и припуски на обработку заготовки

№ и наименование операции	Линейные размеры		Допуски (отклонения)			Припуск Z_{\min}	
	Индекс	Значение, мм	Индекс	Квалитет	Величина, мм	Индекс	Величина, мм
025 Внутриш-лифовальная	I_{15}	52,2	T_{15}	12	$\pm 0,15$	$Z_{25,1}$	0,1
020 Токарно-фрезерная	I_{14}	1	T_{14}	14	$\pm 0,125$	-	-
	I_{13}	12	T_{13}	14	$\pm 0,125$	-	-
	I_{12}	15	T_{12}	14	$\pm 0,215$	$Z_{20,4}$	15
	I_{11}	1	T_{11}	14	$\pm 0,125$	-	-
	I_{10}	52,2	T_{10}	14	$\pm 0,17$	$Z_{20,3}$	0,4
	I_9	1,02	T_9	14	$\pm 0,125$	-	-
	I_8	1	T_8	14	$\pm 0,125$	-	-
	I_7	3	T_7	14	$+0,25$	-	-
	I_6	22,02	T_6	14	$\pm 0,26$	$Z_{20,2}$	22,02
	I_5	1,02	T_5	14	$\pm 0,125$	-	-
010 Токарная	I_4	25,5	T_4	14	-0.15	$Z_{20,1}$	0,4
	I_3	52,8	T_3	14	-0.3	$Z_{10,2}$	1
005 Отрезная (заготовка прутков)	I_2	54	T_2	14	-0.3	Z_{101}	1
	L_1	60	T_1	16	$\pm 0,65$	-	-

Список уравнений размерных цепей приведен в таблице 4.

Таблица 4 - Список уравнений размерных цепей

№ р.ц.	Уравнение замыкающего звена	№ решения	Результат решения цепи
1	$KP_1=l_{15}$	1	$l_{15}=52,2\pm 0,15$
2	$KP_2=l_{12}$	2	$l_{12} = 15^{+0,23}$
3	$KP_3=l_6- l_{10}+ l_{15}$	9	$l_6=21,92^{+0,52}$
4	$KP_4=l_{11}$	3	$l_{11} = 1\pm 0,125$
5	$KP_5=l_7$	4	$l_7 = 3^{+0,25}$
6	$KP_6=l_5- l_{10}+ l_{15}$	10	$l_5=1,19^{+0,25}$
7	$KP_7=l_8$	5	$l_8 = 1\pm 0,125$
8	$KP_8=l_{14}$	6	$l_{14} = 1\pm 0,125$
9	$KP_9=l_{13}$	7	$l_{13} = 2\pm 0,125$
10	$KP_{10}=l_9- l_{10}+ l_{15}$	11	$l_9=1,19^{+0,25}$
11	$Z_{25.1}=l_{10}-l_{15}$	8	$l_{10}=52,64_{-0,34}$
12	$Z_{20.3}=l_4-l_{10}$	12	$l_4=52,85_{-0,15}$
13	$Z_{20.1}=l_3-l_4$	13	$l_3=54_{-0,3}$
14	$Z_{10.2}=l_2-l_3$	14	$l_2=54,9_{-0,3}$
15	$Z_{10.1}=L_1-l_2$	15	$L_1=56,9\pm 0,65$
16	$Z_{20.2}=l_6$	16	$l_6=21,92^{+0,52}$
17	$Z_{20.4}=l_{12}$	17	$l_{12} = 15^{+0,23}$

Расчет линейных операционных размеров

р.ц.1 $KP_1=l_{15}$

l_{15} – вал, принимаем $l_{15}=52,2\pm 0,15$;

р.ц.2 $KP_2=l_{12}$

l_{12} – отверстие, принимаем $l_{12} = 15^{+0,23}$;

р.ц.3 $KP_4=l_{11}$

l_{11} – остальные, принимаем $l_{11}= 1\pm 0,125$;

р.ц.4 $KP_5=l_7$

l_7 – отверстие, принимаем $l_7 = 3^{+0,25}$;

р.ц.5 $KP_7=l_8$

l_8 – остальные, принимаем $l_8 = 1\pm 0,125$;

р.ц.6 $KP_8=l_{14}$

l_{14} – остальные, принимаем $l_{14} = 1\pm 0,125$;

р.ц.7 $KP_9=l_{13}$

l_{13} – остальные, принимаем $l_{13} = 2\pm 0,125$;

р.ц.8 $z_{25.1\min} = l_{10\max} - l_{15\min}$

$$l_{10\max} = l_{15\min} + z_{25.1\min} = 52,2 + 0,1 = 52,3$$

$$l_{10} \text{ – вал, ПОЭТОМУ } l_{10} = l_{10\max} - T_{10} = 52,3 + 0,34 = 52,64;$$

$$\text{Принимаем } l_{10} = 52,64_{-0,34};$$

р.ц.9 $KP_3 = l_{6\max} - l_{10\min} + l_{15\max}$

$$l_{6\max} = KP_3 + l_{10\max} - l_{15\min} = 22 + 52,64 - 52,2 = 22,44$$

$$l_6 \text{ – отверстие, ПОЭТОМУ } l_6 = l_{6\max} - T_6 = 22,44 - 0,52 = 21,92;$$

$$\text{Принимаем } l_6 = 21,92^{+0,52};$$

р.ц.10 $KP_6 = l_{5\max} - l_{10\min} + l_{15\max}$

$$l_{5\max} = KP_6 + l_{10\max} - l_{15\min} = 1 + 52,64 - 52,2 = 1,44$$

$$l_5 \text{ – отверстие, ПОЭТОМУ } l_6 = l_{6\max} - T_6 = 1,44 - 0,25 = 1,19;$$

$$\text{Принимаем } l_5 = 1,19^{+0,25};$$

р.ц.11 $KP_{10} = l_{9\max} - l_{10\min} + l_{15\max}$

$$l_{9\max} = KP_{10} + l_{10\max} - l_{15\min} = 1 + 52,64 - 52,2 = 1,44$$

$$l_9 \text{ – отверстие, ПОЭТОМУ } l_9 = l_{9\max} - T_9 = 1,44 - 0,25 = 1,19;$$

$$\text{Принимаем } l_9 = 1,19^{+0,25};$$

р.ц.12 $z_{20.3\min} = l_{4\max} - l_{10\min}$

$$l_{4\max} = l_{10\min} + z_{20.3\min} = 52,3 + 0,4 = 52,7$$

$$l_4 \text{ – вал, ПОЭТОМУ } l_4 = l_{4\max} - T_4 = 52,7 + 0,15 = 52,85;$$

$$\text{Принимаем } l_4 = 52,85_{-0,15};$$

р.ц.13 $z_{20.1\min} = l_{3\max} - l_{4\min}$

$$l_{3\max} = l_{4\min} + z_{20.1\min} = 52,7 + 1 = 53,7$$

$$l_3 \text{ – вал, ПОЭТОМУ } l_3 = l_{3\max} - T_3 = 53,7 + 0,3 = 54;$$

$$\text{Принимаем } l_3 = 54_{-0,3};$$

р.ц.14 $z_{20.2\min} = l_{2\max} - l_{3\min}$

$$l_{2\max} = l_{3\min} + z_{20.2\min} = 53,6 + 1 = 54,6$$

$$l_2 \text{ – вал, ПОЭТОМУ } l_2 = l_{2\max} - T_2 = 54,6 + 0,3 = 54,9;$$

$$\text{Принимаем } l_2 = 54,9_{-0,3}$$

$$\text{р.ц.15 } z_{10.1\text{min}} = L_{1\text{max}} - l_{2\text{min}}$$

$$L_{1\text{max}} = l_{2\text{min}} + z_{10.1\text{min}} = 54,6 + 1 = 55,6$$

$$L_1 - \text{вал, ПОЭТОМУ } L_1 = L_{1\text{max}} - T_1 = 55,6 + 1,3 = 56,9;$$

$$\text{Принимаем } L_1 = 56,9 \pm 0,65$$

1.7 Выбор оборудования и технологической оснастки

Операция 010 – Токарно-винторезная

Выбран токарно-винторезный станок 16К20

Этот универсальный станок токарной группы предназначен для обработки деталей типа дисков, валов, втулок и обеспечивают обработку точением внутренних и наружных цилиндрических, конических, торцевых, фасонных поверхностей, прорезку канавок и отрезку, сверление, зенкерование и развертывание отверстий, нарезание различных типов наружных и внутренних резьб резцами, метчиками и плашками, а также накатывание рифленых поверхностей, выглаживание и раскатку поверхностей. Станки такого типа применяются в основном в единичном и мелкосерийном, а также в ремонтном производстве.

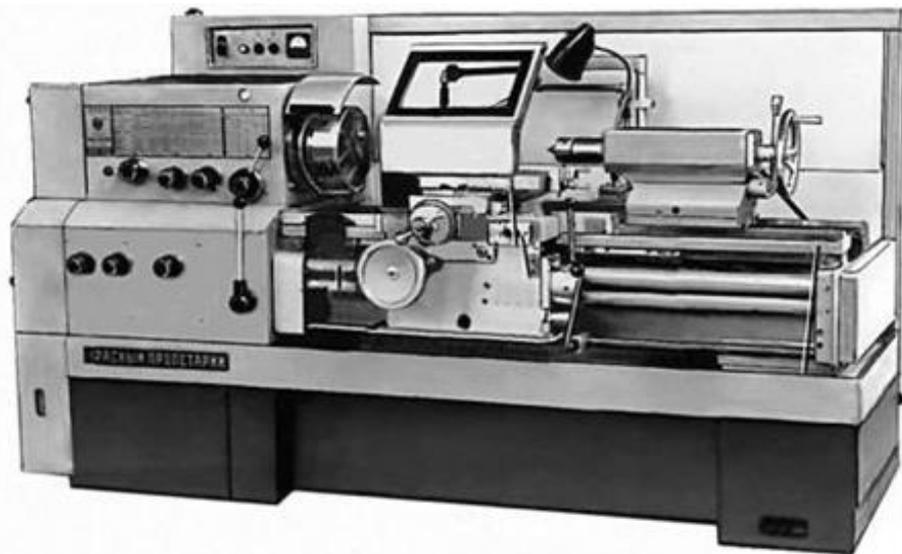


Рисунок 7 – Токарно-винторезный станок 16К20

Таблица 5 – Основные характеристики станка 16K20

Диаметр обработки над станиной, мм	400
Диаметр обработки над суппортом, мм	220
Расстояние между центрами	1000 / 1500
Класс точности по ГОСТ 8-82	H
Размер внутреннего конуса в шпинделе	Морзе 6 M80*
Максимальная масса детали, закрепленной в центрах, кг	1 300
Максимальная масса заготовки, закрепленной в патроне, кг	23
Число ступеней частот обратного вращения шпинделя	12
Пределы частот прямого вращения шпинделя, мин-1	12,5 - 2 000
Мощность электродвигателя главного привода	10 кВт
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	2 812 / 3 200 x 1 166 x 1 324
Масса станка, кг	3 035

Операция 020 – Токарно-фрезерная

Выбран токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG GILDEMEISTER CTX 510

Станок CTX 510 предназначен для выполнения комплексной (токарной и фрезерной) 3-х осевой обработки (оси X, Z, C) деталей малых и средних размеров в автоматическом или полуавтоматическом режиме.

Система управления Siemens 840D с программным обеспечением Shop Turn (6.4). Высокая динамика и точность гарантируют отличное качество обработки, как обычных, так и в формообразующих деталей. Сочетание таких функций как, например, контроль изменения ускорения, предварительный выбор параметров ускорения, Look-ahead и действующая ориентация инструмента, позволяет использовать технологии и лучше приспособливаться к изменяющимся требованиям по скорости, точности и качеству поверхности. Повысить производительность в каждом аспекте - при программировании, обслуживании и отработке программы поможет Вам современная техника систем управления SIEMENS.



Рисунок 8– Токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG GILDEMEISTER CTX 510

Таблица 6 – Основные характеристики токарно-фрезерного обрабатывающего центра DMG GILDEMEISTER CTX 510

Система управления	FANUC 21i TB
Макс. длина точения	1050 мм
Макс. Ø над станиной	680 мм
Макс. Ø над суппортом	465 мм
Отверстие в шпинделе Ø	90 мм
Перемещение револьвера 1 X / Z	1050/300 мм
Инструментальных мест в револьвере 1,2	12 шт
Приводных инструментов в револьвере 1,2	12 шт
Посадочное место инструмента	VDI 40
Ускоренная подача X,Z	30 м/мин
Задняя бабка: конус, пиноль	MK5/120 мм
C- ось с дискретностью	-
Обороты шпинделя	3500 об/мин
Суммарная мощность станка	33 кВт
Габариты станка ДхШхВ	4865 x 1770 x 1930 мм
Вес станка	7900 кг

Операция 020 – Внутришлифовальная

Выбран станок внутришлифовальный 3а227

Станки модели 3а227 предназначены для обработки отверстий и торцев в деталях типа втулок, зубчатых колес, фланцев, шкивов инструментальных конусов, шпинделей.



Рисунок 9 – Внутришлифовальный плуавтомат 3а227

Таблица 7 - Основные характеристики
внутришлифовального плуавтомата 3а227

Наименование параметра	
Основные параметры	
Класс точности по ГОСТ 8-82	П
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия, мм	400
Наибольший диаметр устанавливаемого изделия в кожухе, мм	250
Наибольший диаметр устанавливаемого при шлифовании конических отверстий, мм	320
Наименьший и наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм	20..100
Размеры поверхности стола, мм	355 x 750
Скорость перемещения стола при правке круга, м/мин	0,4..2
Скорость перемещения стола при быстром продольном подводе и отводе, м/мин	12
Частота вращения изделия (бесступенчатое регулирование), об/мин	180..1200
Внутренний конус шпинделя изделия, об/мин	Морзе 5
Электродвигатель шпинделя шлифовальной бабки, кВт	3,0
Габаритные размеры станка (длина x ширина x высота), мм	2500 x 1490 x 1650
Масса станка с электрооборудованием и охлаждением, кг	3100

Операция 010 Токарно-винторезная

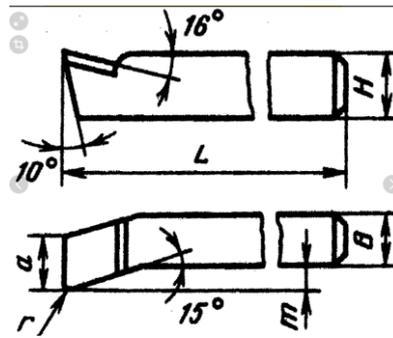


Рисунок 10 - Резец подрезной 2112-0035 ГОСТ 18871-73;

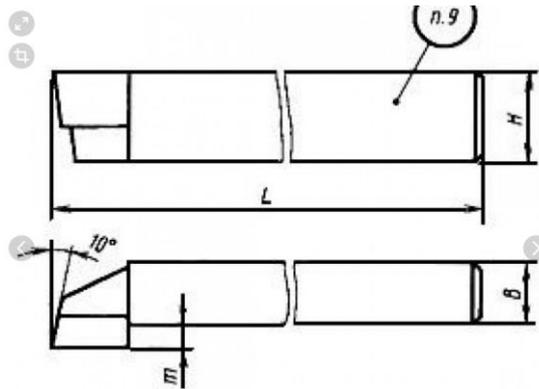


Рисунок 11 - Резец проходной упорный 2101-0565 ГОСТ 18870-73.



Рисунок 12 – Сверло спиральное с коническим хвостовиком

Операция 015 Токарно-фрезерная



Рисунок 13 - державка токарная PWLNR2525M06;



Рисунок 14 - токарная пластина CCMW09T308S-MF2-L1;



Рисунок 15 - державка расточная A20R-SCFCL09-R;

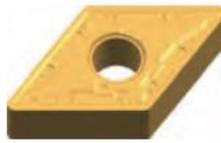


Рисунок 16 - расточная пластина CC09T3;

Операция 025 Внутршлифовальная

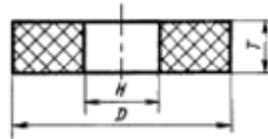


Рисунок 17 – Круг шлифовальный

1.8 Расчет и назначение режимов обработки

Рассчитаем режимы резания на операцию черного точения аналитическим методом.

Операция 010 Токарная. Черновое точение поверхности $\varnothing 48,8_{-0,2}$ мм.

Станок – токарный модели 16К20. Мощность привода главного движения $N = 10$ кВт.

Глубина резания – 2,25 мм.

Выберем инструмент и материал режущей части резца.

Резец проходной: $\varphi = 90^\circ$, $\varphi_1 = 10^\circ$, $\gamma = 10^\circ$, $\lambda = 0^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, радиус при вершине резца $r = 0,5$ мм. Материал режущей части резца – твердый сплав ВК6.

Сечение державки резца 16×16 мм.

Назначим подачу.

Табличная подача при черновом точении $S_T = 0,63$ мм/об.

Рассчитаем подачу с учетом твердости обрабатываемого материала:

$$S = S_T \cdot K_{\text{си}} \cdot K_{\text{сп}} \cdot K_{\text{sd}} \cdot K_{\text{sp}} \cdot K_{\text{сф}} \cdot K_{\text{см}}, \quad (1.12)$$

где $K_{\text{си}}$ – поправочный коэффициент на инструментальный материал;

$K_{\text{сп}}$ – поправочный коэффициент на состояние поверхности заготовки;

K_{sd} – поправочный коэффициент на диаметр обработки;

K_{sp} – поправочный коэффициент на тип конструкции резца;

$K_{\text{сф}}$ – поправочный коэффициент на геометрию резца;

$K_{\text{см}}$ – поправочный коэффициент на механические свойства обрабатываемого материала;

$$S_0 = 0,63 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 0,6 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 0,85 = 0,41 \text{ мм/об.}$$

По паспорту станка принимаем подачу $S_0 = 0,41$ мм/об (регулирование бесступенчатое).

Рассчитаем скорость резания [11]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (1.13)$$

где C_v – постоянная в формуле скорости резания, $C_v = 350$;

m , x , y – показатели степени, $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$;

T – период стойкости резца, $T = 45$ мин – среднее значение при одноинструментальной обработке;

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания.

$$K_v = K_{M_v} \cdot K_{n_v} \cdot K_{u_v} \cdot K_{\varphi_v}, [11] \quad (1.14)$$

где K_{M_v} – поправочный коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

K_{n_v} – поправочный коэффициент, зависящий от состояния поверхности заготовки, $K_{n_v} = 0,9$.

K_{u_v} – поправочный коэффициент, зависящий от марки материала резца, $K_{u_v} = 1$.

K_{φ_v} – поправочный коэффициент, зависящий от угла в плане φ K_{φ_v}

$$K_{M_v} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^n = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{980} \right)^1 = 0,6 \quad (1.15)$$

где K_{Γ} – коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости, $K_{\Gamma} = 0,8$;

n – показатель степени, $n = 1$.

$$K_v = 0,6 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,44.$$

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 2,25^{0,15} \cdot 0,41^{0,35}} \cdot 0,44 = 87,2 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя [11].:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87,2}{\pi \cdot 48,8} = 569 \text{ мин}^{-1}. \quad (1.16)$$

По паспорту станка принимаем $n = 550 \text{ мин}^{-1}$

Действительная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 48,8 \cdot 550}{1000} = 84,3 \text{ м/мин.} \quad (1.17)$$

Рассчитаем силу резания P_z [12]:

$$P_z(y, x) = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (1.18)$$

где C_p – постоянная в формуле силы резания, $C_p = 300$.

n, x, y – показатели степени, $x=1$; $y=0,75$; $n = -0,1$;

K_p – поправочный коэффициент на силу резания:

$$K_p = K_{M_p} \cdot K_{\varphi_p} \cdot K_{\gamma_p} \cdot K_{\lambda_p}, [11] \quad (1.19)$$

где K_{M_p} – поправочный коэффициент на обрабатываемый материал;

K_{φ_p} – поправочный коэффициент на угол в плане φ , $K_{\varphi_p} = 0,89$;

K_{γ_p} – передний угол γ , $K_{\gamma_p} = 1$;

K_{λ_p} – угол наклона режущей кромки λ , $K_{\lambda_p} = 1$.

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{980}{750} \right)^{0,75} = 1,22; \quad (1.20)$$

$$K_{P_z} = 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 1,08.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,25^1 \cdot 0,41^{0,75} \cdot 84,3^{-0,1} \cdot 1,08 = 2397 \text{ Н.}$$

По известной силе P_z и скорости резания V произведем проверку по мощности привода главного движения станка необходимо, чтобы мощность затрачиваемая на резание была меньше мощности привода станка. Мощность затрачиваемая на резание [12]:

$$N_{PEZ} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (1.21)$$

$$N_{рез} = \frac{2397 \cdot 84,3}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт,}$$

Проверка по мощности выполняется $3,3 \text{ кВт} < 10 \text{ кВт}$.

1.9 Нормирование технологического процесса

В условиях серийного производства расчет нормы штучно-калькуляционного времени на операцию производится по формуле [3]:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п.з.}}{n}; \quad (1.22)$$

где $T_{п.з.}$ – подготовительно-заключительное время;

n – размер партии деталей ($n = 1800$ шт.);

$T_{шт}$ – штучное время;

$$T_{шт} = T_0 + T_v + T_{обсл} + T_{отд}, \quad [3] \quad (1.23)$$

где T_0 - основное время операции;

T_v - вспомогательное время; $T_v = T_{ус} + T_{уп} + T_{изм}$;

$T_{обсл}$ - время на обслуживание рабочего места;

Тотд - время на отдых и личные надобности рабочего.

Рассчитаем нормы времени на выполнение операций технологического процесса.

Операция 010 Токарная. Станок 16К20.

Основное время выполнения операции [11]::

$$T_o = \frac{L}{S_o \cdot n} \cdot i , \quad (1.24)$$

где i – количество проходов.

$$T_o = \frac{30}{0,41 \cdot 550} = 0,13 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время операции при обработке:

$$T_v = T_{ус} + T_{мв} ,$$

где $T_{мв}$ – машинно-вспомогательное время включает время на позиционирование, ускоренное перемещение рабочих органов, подвод и отвод инструмента в зоне обработки, смену режущих инструментов и т. д. Эти составляющие вспомогательного времени зависят от скорости и длины перемещений рабочих органов, от компоновки основных элементов станка и конструкции вспомогательных устройств, $T_{мв} = 0,92$ мин.

Время на контрольные измерения детали перекрывается основным временем и в норму штучного времени не включено.

$$T_v = 0,6 + 0,92 = 1,52 \text{ мин.}$$

Рассчитаем оперативное время[11]:

$$T_{оп} = T_o + T_v , \quad (1.25)$$

$$T_{оп} = 0,13 + 1,52 = 1,65 \text{ мин.}$$

Продолжительность работы станка по управляющей программе $T_{уп}$ составляет неполное оперативное время работы станка[12]:

$$T_{уп} = T_o + T_{мв} , \quad (1.26)$$

$$T_{уп} = 0,13 + 0,92 = 1,05 \text{ мин.}$$

Время на отдых и обслуживание задаётся в процентах от

оперативного времени [3].

$$T_{обс} = 3,5\% \text{ от } T_{оп},$$

$$T_{обс} = 3,5 \cdot 1,65 / 100 = 0,06 \text{ мин.}$$

$$T_{отд} = 4\% \text{ от } T_{оп},$$

$$T_{отд} = 4 \cdot 1,65 / 100 = 0,07 \text{ мин.}$$

Штучное время операции:

$$T_{шт} = 0,13 + 1,52 + 0,06 + 0,07 = 1,78.$$

Норма штучно-калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = 1,78 + 58/1800 = 1,81 \text{ мин.}$$

1.10 Технико - экономическое обоснование и показатель технологического процесса

Усовершенствованный технологический процесс предполагает использование новейших достижений в области машиностроения и соответственно более совершенного оборудования и технологической оснастки, что помогло бы повысить производительность труда, качество производимой продукции и сократить время на изготовления готовой продукции, что сделает производство экономически выгодным.

Сравним базовый вариант технологического процесса изготовления корпуса с усовершенствованным разработанным вариантом технологического процесса на современном оборудовании по показателям трудоемкости и себестоимости.

Исходными данными для определения трудоемкости выполнения операции служат:

- режимы обработки поверхностей детали, которые наряду с протяженностью поверхности определяют величину машинного - основного времени (t_0) [11];

- тип установочно-зажимного приспособления и структура операции, определяющие величину вспомогательного времени (t_B) (на установку, закрепление, раскрепление и снятие заготовки, на время, необходимое на выполнение перехода - изменения, чисел оборотов, подач, смену позиций приспособления, элементов станка, время на измерения обработанных поверхностей) в соответствии с нормативами [12];

- время на техническое и организационное обслуживание рабочего места ($t_{обс}$) (смену инструмента, вследствие притупления, под наладку станка, чистку и смазку станка, прием и сдачу смены);

- время перерывов на отдых и естественные надобности ($t_{омд}$).

Величина $t_{обс}$ и $t_{омд}$ определяется в долях от оперативного времени ($t_{он}$):

$$t_{он} = t_0 + t_B; \quad (1.27)$$

- величина подготовительно-заключительного времени ($T_{н.з.}$) - время, затрачиваемое рабочим на ознакомление с предстоящей работой, подготовку и наладку станка, приспособлений и инструментов, а также снятие инструментов и приспособлений по окончании обработки партии деталей, сдача деталей на контроль - величина $T_{н.з.}$ определяется по нормативам [12].

Приведем значения трудоемкости $t_{шт}$, операций базового технологического процесса, предоставленные базовой технологией изготовления детали таблица 8.

Таблица 8 – Трудоемкость операций базового процесса

№ оп.	010	015	020	025
Трудоемкость, $t_{шт}$, мин	2,25	3,85	15,2	1,86
ИТОГО трудоемкость: $\sum t_{шт} = 22,98$ мин				

Определим трудоемкость усовершенствованного технологического процесса. Для этого определим основное время для операции на токарно-фрезерном обрабатывающем центре DMG GILDEMEISTER CTX 510

Режимы резания n , S для инновационного процесса в нашем случае определяются с помощью инструментального каталога SECO Tools.

Результаты расчетов величины основного времени для нового технологического процесса по операциям точения заносим в таблицу 9.

Таблица 9– Основное время на операции DMG GILDEMEISTER CTX 510

№ операции	015
Основное время, t_0 , мин	12,3

$$\text{Оперативное время [12]: } t_{on} = t_0 + t_B = t_0 + t_{yct} + t_{nep} + t_{uzm}, \quad (1.28)$$

где $t_{yct} = 0,45$ мин;

$t_{nep} + t_{uzm} = 0,8$ мин .

$t_{on}^{15^*} = 1,68 + 0,45 + 0,8 = 2,93$ мин;

$$\text{Время на обслуживание: } t_{обс} = \frac{\alpha}{100} \cdot t_{on},$$

(1.29)

где $\alpha = 4\%$ - нормативный коэффициент на обслуживание рабочего места.

$$t_{обс}^{15^*} = \frac{\alpha}{100} \cdot t_{on} = \frac{4}{100} \cdot 2,93 = 0,117 \text{ мин};$$

$$\text{Время на отдых и естественные надобности: } t_{олн} = \frac{\beta}{100} \cdot t_{on}, \quad (1.30)$$

где $\beta = 4\%$ - нормативный коэффициент.

$$t_{олн}^{15^*} = t_{обс}^{25^*} = 0,062 \text{ мин};$$

Трудоемкость операции на станке: $t_{ум} = t_{on} + t_{обс} + t_{олн}$;

$$t_{\phi\delta}^{15^*} = t_{\ddot{u}} + t_{\dot{a}\ddot{a}\ddot{n}} + t_{\dot{u}\ddot{u}} = 14,3 + 0,117 + 0,062 = 14,48 \text{ мин}.$$

Таблица 10 – Трудоемкость операций усовершенствованного технологического процесса

№ оп.	010	015	025
Трудоемкость, $t_{шт}$, мин	2,25	12,48	1,86
ИТОГО трудоемкость: $\sum t_{шт} = 16,59$ мин			

Из полученных расчетов видно, что разработанный техпроцесс существенно экономичнее базового варианта.

2. Проектирование станочного приспособления

2.1 Техническое задание и разработка схемы приспособления

В условиях серийного производства к конструкциям приспособлений и их приводов предъявляются различные требования, в зависимости от которых определяется степень специализации приспособления, уровень их механизации. Помимо общих требований – точность, жесткость, компактность – главная задача при конструировании приспособления сводится к максимальной механизации и автоматизации с целью повышения точности обработки, производительности и облегчения труда станочника.

Выбирая схему приспособления нужно учитывать максимальное использование нормативных сборочных единиц и конструкций, а также обеспечение наименьшей величины времени на установку и закрепление обрабатываемых деталей при достижении требуемой точности обработки.

Требуется спроектировать станочное приспособление для операции отрезки заготовки из сортового проката круглого сечения $\varnothing 60$ мм из стали 40Х ГОСТ 4543-71 для детали «Корпус» на фрезерно-отрезном станке модели 8А66 в условиях среднесерийного производства.

2.2 Выбор базовой конструкции, описание работы приспособления

Для операции отрезки заготовки из сортового проката круглого сечения спроектируем приспособление на фрезерно-отрезной станок, которое позволит точно и быстро производить механическую обработку, сократить время за закрепление и переустановку детали.

Ознакомившись с возможными вариантами закрепления данной детали, выбираем следующую конструкцию приспособления.

На плиту поз.3, смонтированную на станок, при помощи винтов поз.6 и болтов поз.7 устанавливаются призмы поз.4 для базирования детали. К плите поз.3 посредством болтов поз.8 крепится рычаг поз.1 с прижимной пружиной, которая обеспечивает необходимое усилие закрепления детали. На рычаге закреплена прижимная планка поз.5.

Механизм возврата поз.2 осуществляет перемещение прижимной планки поз.5 в исходное положение.

Выбранная схема приспособления обеспечивает точное и надежное крепление заготовки в приспособлении. Детали, входящие в состав приспособления, достаточно просты в изготовлении.

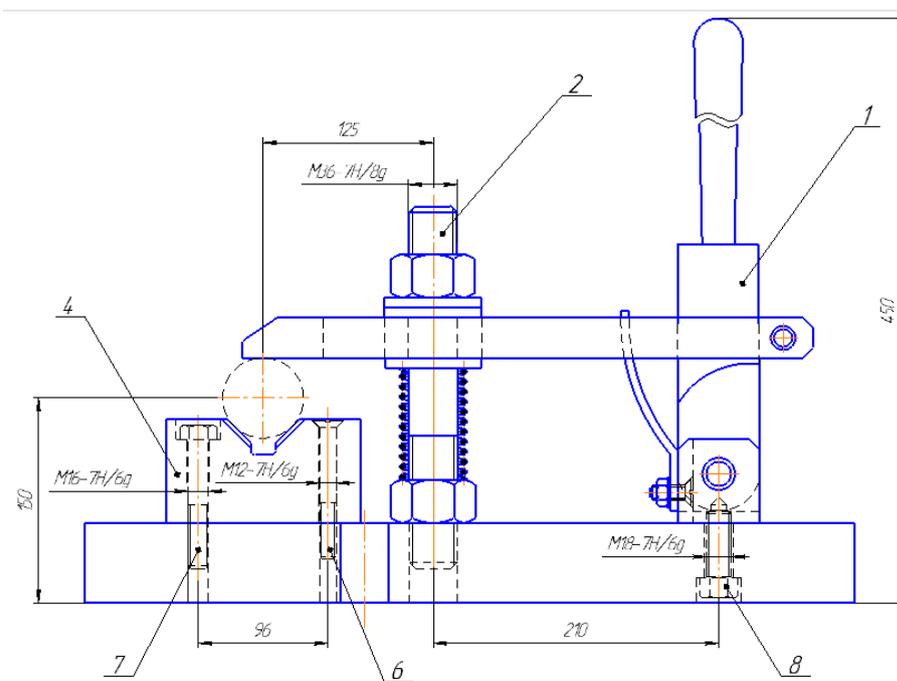


Рисунок 18 – Схема станочного приспособления на отрезную операцию

2.3 Разработка схемы установки заготовки и расчет погрешностей обработки

Разработку конструкции приспособления выполняем в соответствии с общими рекомендациями, как было изложено выше.

На основе составленной схемы базирования в точках, которыми деталь должна опираться на установочные элементы, вычерчиваем выбранные по ГОСТ опорные элементы. Остальные стандартные элементы и посадки соединений также выбираем из ГОСТа.

При конструировании учитываем зажимные усилия, выбранные при силовом расчете.

Важным условием работоспособности приспособления является возможность легкого удаления стружки из зоны установки детали. Особенно тщательно следует очищать поверхность установочных элементов, поэтому к ним должен быть обеспечен свободный доступ. В разработанном приспособлении такая возможность предусмотрена.

2.4 Назначение технических требований на изготовление и сборку приспособления

К спроектированному приспособлению предъявляются следующие технические требования:

- 1.* Размеры подлежащие контролю 1 раз в 3 месяца.
2. Усилие зажима 10000 Н.
3. Маркировать: шифр приспособления, шифр детали, порядковый номер и дату изготовления.

2.5 Точностной расчет приспособления

Обрабатываемые детали в любой стадии обработки и в готовом виде имеют отклонения от геометрически точной формы и номинальных размеров, заданных чертежом. Эти отклонения (погрешности) возникают в процессе обработки и должны лежать в пределах заданных допусков. Допуском задается наибольшее возможное значение погрешности размера или формы детали.

Окончательная или суммарная погрешность складывается из первичных погрешностей, которые принято делить на три группы:

- 1) погрешности установки детали;
- 2) погрешности настройки станка;
- 3) погрешность обработки.

Основное требование, предъявляемое к приспособлению – обеспечить заданную точность обработки на настроенном станке. Поэтому на стадии проектирования приспособления проводят расчет на точность. Заданная точность будет обеспечена, если расчетная максимальная погрешность обработки будет меньше допуска на размер, т.е. [3]:

$$\delta_i \leq a,$$

где a - допуск на размер;

δ_i - максимальная результирующая погрешность обработки.

Сумма всех погрешностей определяется по формуле[10]:

$$\delta_i = K_{баз.} \cdot \xi_{уст.} + \xi_{обр.} + [\xi]_{np}, \quad (2.1)$$

где $K_{баз.} = 0,8 \dots 0,85$ – коэффициент уменьшения погрешности δ_i вследствие того, что действительные размеры установочной поверхности редко равны предельным;

$\xi_{баз.}$ - погрешность базирования при выполнении данной операции;

$$\xi_{баз.} = 0$$

$\xi_{уст.}$ - погрешность установки, возникающая под действием зажимных сил и сил резания. Она зависит от типа приспособления, и главным образом, от характера зажима и не зависит от схемы базирования и метода обработки.

$$\xi_{уст.} = 0,09 \text{ мм}$$

$\xi_{обр.}$ - погрешность обработки детали на данной операции.

Эту величину можно определить следующим образом:

$$\xi_{обр.} = K \cdot \omega,$$

где ω - табличное значение средней экономической точности.

$K = 0,6 \dots 0,8$ – коэффициент уменьшения величины ω , которым учитывается изменение табличных данных, $K=0,7$

$$\xi_{обр.} = 0,08 \text{ мм}$$

$[\xi]_{пр}$ - т. к. причины, вызывающие эту погрешность своевременно устраняются, то при расчёте погрешности этой составляющей обычно пренебрегают.

$$\delta_i = 0,8 \cdot 0 + 0,09 + 0,08 = 0,17 \text{ мм.}$$

Для обеспечения необходимой точности обрабатываемой детали при конструировании приспособления необходимо выбрать такую схему, при которой будет соблюдено условие

$$\xi_{баз} < \xi_{баз.дон.},$$

где $\xi_{баз}$ - действительное значение погрешностей базирования обрабатываемой детали в приспособлении;

$\xi_{баз.дон.}$ - допускаемое значение погрешностей базирования обрабатываемой детали в приспособлении.

Допускаемое значение погрешностей базирования обрабатываемой детали в приспособлении определяется по формуле:

$$\xi_{баз.дон.} = a \cdot \omega,$$

где a - допуск на размер обрабатываемого отверстия;

ω - точность обработки детали, достижимая при выполнении данной операции.

Определяем для размера $\text{Ø}60 \pm 1$ мм:

a (16 квалитет) = 0,74 мм

ω (14 квалитет) = 0,42 мм

Если допуск на размер детали равен a , а сумма всех погрешностей δ_i , то необходимо чтобы соблюдалось условие

$$\delta_i \leq a$$

0,17 ≤ 2,0 мм - условие выполнено, значит, приспособление обладает требуемой точностью.

2.6 Разработка расчетной схемы и определение сил, действующих на заготовку при обработке

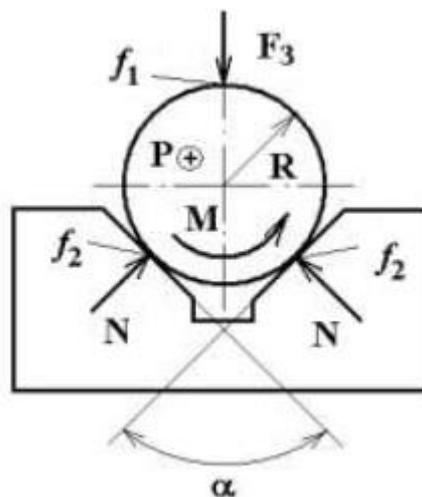


Рисунок 19 – Расчетная схема

Ниже представлен расчет силы закрепления обрабатываемой детали на спроектированном специальном станочном приспособлении.

Выполним силовой расчет приспособления.

Скорость резания металла дисковыми пилами для конструкционной стали составляет 26-30 м/мин [10].

Подача ≤ 50 мм/мин [10].

Определение расчетной частоты вращения диска ($n_{\text{расч}}$):

$$n_{расч.} = \frac{1000 \cdot V_{расч.}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 30}{3,14 \cdot 200} = 47,7 \text{ (об/мин)}.$$

Определение фактической частоты вращения фрезы ($n_{факт.}$):

$$n_{факт.} = 100 \text{ (об/мин)}.$$

Определение фактической скорости вращения фрезы ($v_{факт.}$):

$$V_{факт.} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{факт.}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 100}{1000} = 62,8 \text{ (м/мин)}$$

Определение силы резания (P_z):

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP}$$

где значение коэффициента C_p и показателей степени (q, x, y, u, p, w) [10], стр.291):

$$C_p = 82,5; q = 1,1; x = 0,95; y = 0,8; u = 1,1; w = 0$$

n – частота вращения фрезы, (об/мин)

$K_{MP} = 0,88$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости [10]

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 0,6^{0,95} \cdot 50^{0,8} \cdot 60^{1,1} \cdot 160}{200^{1,1} \cdot 100^0} \cdot 0,88 = 434 \text{ (Н)}$$

Определение крутящего момента на шпинделе ($M_{кр.}$):

$$M_{кр.} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{434 \cdot 200}{2 \cdot 100} = 434 \text{ (Нм)}$$

Определение мощности резания (N):

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{434 \cdot 62,8}{1020 \cdot 60} = 0,44 \text{ (кВт)}$$

2.7 Выбор зажимных элементов, передаточного механизма, определение сил зажима

Сила закрепления должна быть больше, чем осевая сила при сверлении.

$$F_3 > P_z$$

Сила закрепления[1]:

$$F_z = (C_1 \cdot L - C_2 \cdot L) \cdot 2$$

Пружина с жесткостью C_2 не является силовой, а предназначена только для возвращения механизма в исходное положение, то ее силой можно пренебречь.

$$L = 15$$

$$F_z = 2L \cdot C_1 = 2 \cdot 15 \cdot 200 = 6000H$$

$$C_1 > \frac{P_z}{2L} = \frac{434}{2 \cdot 15} = 14.6$$

Таким образом, спроектированное приспособление обеспечивает необходимое усилие закрепления.

2.8 Выбор и расчет силового привода

В качестве привода зажимного устройства применяем ручное эксцентриковое зажимное устройство. Рассчитаем его параметры по рекомендациям, изложенным в [11]. Приведем схему расчета.

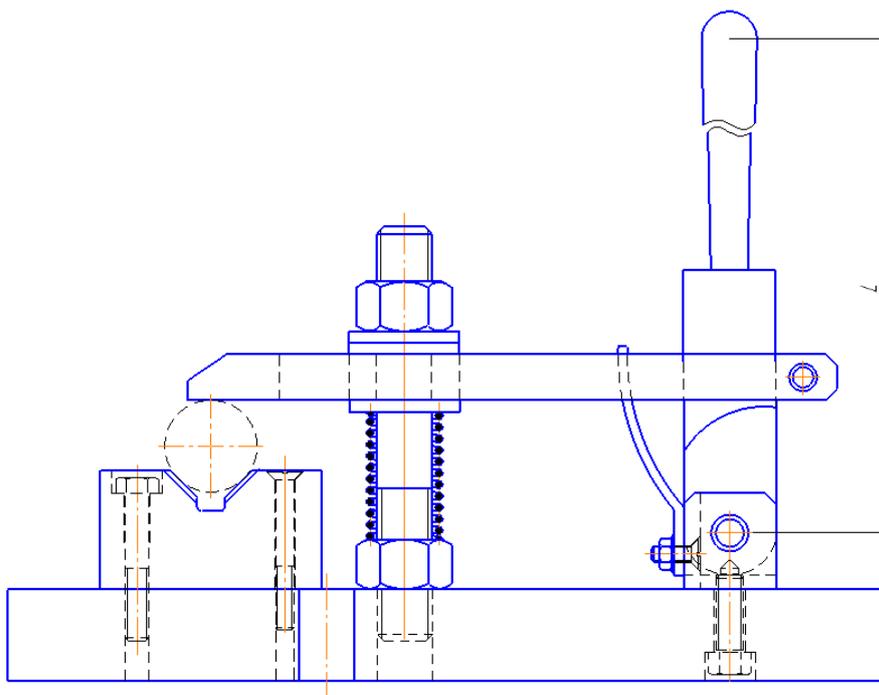


Рисунок 20 - Схема расчета ручного зажимного устройства.

Исходные данные при проектировании:

Δ - отклонение размера заготовки (см чертеж)

W - сила закрепления заготовки, Н

Определяем эксцентриситет [1]:

$$e = \Delta + \Delta_{\text{зап.}} + \frac{F_3}{I} = 0.62 + 0.2 + \frac{6000}{14700} = 1,22 \text{ мм}$$

Определяем диаметр цапфы:

$$d_y \geq 0,226\sqrt{W} = 0.226\sqrt{6000} = 20,12 \text{ мм}$$

принимаем $d_{\text{ц}}=22$ мм, тогда наружный диаметр эксцентрикового кулачка[3]:

$$D \geq 2(e + 1.2d_y) = 2 \cdot (1,22 + 1,2 \cdot 17,5) = 44,44 \text{ мм},$$

принимаем $D=45$ мм

Проверяем эксцентриковый кулачок на самоторможение, должно выполняться условие:

$$D \geq 16 \cdot e$$

Условие выполняется $45 \geq 16 \cdot 1,22$ т.е. эксцентриковый кулачок самотормозящий.

Вычислим ширину эксцентрикового кулачка, воспользовавшись формулой:

$$B \geq 0.037 \frac{F}{D} = 0.037 \frac{6000}{45} = 4.93.$$

Момент на рукоятке эксцентрикового кулачка

$$M = 2 \cdot e \cdot W = 2 \cdot 1.22 \cdot 6000 = 14640 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Длина рукоятки эксцентрикового кулачка:

$$L \geq \frac{M}{F} = \frac{14640}{196} = 74 \text{ мм}.$$

Принимаем $L=80$ мм.

2.9 Экономическое обоснование применения приспособления

Элементы себестоимости обработки определяют по формулам[10]:

$$C_a = Z_a \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_a}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

$$C_{\sigma} = Z_{\sigma} \left(1 + \frac{H}{100} \right) + \frac{S_{\sigma}}{\Pi} \left(\frac{1}{A} + \frac{q}{100} \right);$$

Где C_a , C_{σ} - себестоимости обработки при использовании проектируемого (C_a) и базового (C_{σ}) приспособлений, руб.

Z_a , Z_{σ} - штучная заработная плата станочника при использовании нового и старого приспособлений для сверления, руб;

H – цеховые накладные расходы в % к заработной плате рабочих; $H = 90$

S_a , S_{σ} – затраты на изготовление приспособления

q - годовые доходы; $q_a = 20\%$ от S_a , руб.

$q_{\sigma} = 20\%$ от S_{σ} , руб.

Π - годовая программа выпуска деталей, $\Pi = 15000$ шт.

A - срок амортизации приспособления в течении которого его используют для изготовления деталей; для простых и средней сложности приспособлений $A = 1, 2, \dots, 3$

$$Z = \frac{t_{шт} \cdot T_{ст}}{60};$$

где $t_{шт}$ - основное время обработки детали;

$T_{ст}$ - часовая тарифная ставка станочника соответствующего разряда,

$T_{ст} = 502$ руб/час

$$t_{шт} = T_0 + \varphi_k,$$

T_0 – основное время; $T_0 = 0,55$ мин.

$$\varphi_k = 1,72$$

$$T_{шт} = 0,55 * 1,72 = 0,95$$

$$z = \frac{0,95 \cdot 502 \cdot 1,35}{60} = 10,7 \text{ руб}$$

$$S = C \cdot N [3]$$

где С- постоянная, зависящая от сложности приспособления и его габаритов. Для простого приспособления С=150, для сложного С=300

N- количество деталей в приспособлении, N=7 шт.

$$S_a = 150 \cdot 7 = 1050 \text{ руб}$$

$$S_b = 300 \cdot 7 = 2100 \text{ руб}$$

$$q_a = 1050 \cdot 20\% = 210 \text{ руб}$$

$$q_b = 2100 \cdot 20\% = 420 \text{ руб}$$

$$C_a = 10,7 \left(1 + \frac{90}{100} \right) + \frac{1050}{15000} \left(\frac{1}{2} + \frac{210}{100} \right) = 20,85 \text{ руб}$$

$$C_b = 10,7 \left(1 + \frac{90}{100} \right) + \frac{2100}{15000} \left(\frac{1}{2} + \frac{420}{100} \right) = 22,3 \text{ руб}$$

Экономический эффект от применения приспособления составляет:

$$\Xi = (C_a - C_b) \cdot \Pi$$

$$\Xi = (22,3 - 20,85) \cdot 15000 = 21750 \text{ руб.}$$

2.10 Разработка чертежа общего вида приспособления

Чертеж общего вида приспособления выполнен в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТ, представлен в графической части работы.

2.11 Проектирование технологии сборки приспособления

Последовательность общей сборки изделия определяется его конструктивными особенностями и заложенными в конструкции методами получения требуемой точности. Форма организации сборочного процесса оказывает меньшее влияние на последовательность сборки изделия.

Базирующей деталью в конструкции приспособления, обеспечивающей необходимое относительное положение остальных деталей и сборочных

единиц, является плита 3. Следовательно, сборку приспособления следует начинать с установки плиты на сборочном стенде. После установки плиты на него последовательно устанавливаются все сборочные единицы и детали.

Последовательность сборки изделия изображаем в виде технологической схемы сборки. Она показывает структуру и порядок комплектования изделия и его составных частей.

На основе изучения назначения приспособления, его сборочного и рабочих чертежей и намеченного объема выпуска выбираем организационную форму сборки - стационарную сборку с расчленением работ, которая предполагает деление процесса на узловую сборку и общую сборку приспособления. При этом сборку каждой группы и общую сборку выполняют в одно и то же время несколько сборщиков.

Рабочие места должны быть оборудованы стендами сборки, стендами-накопителями, монтажно-сборочными и контрольно-измерительными инструментами, транспортными средствами (рольганг, тележки).

Разработка технологического процесса сборки включает:

- 1) выбор метода сборки;
- 2) разбивку изделия на сборочные группы и подгруппы;
- 3) определение содержания сборочных операций и установление наиболее рациональной последовательности их выполнения;
- 4) установление режимов сборки и норм времени на выполнение сборочных операций;
- 5) составление задания на конструирование необходимого инструмента, приспособлений и оборудования;
- 6) назначение технических условий на сборку элементов и общую сборку изделия по операциям;
- 7) выбор методов и средств технического контроля;
- 8) определение рациональных способов транспортирования, подбор и проектирование транспортных средств;

9) проектирование технологической планировки сборочного цеха;

10) составление и оформление технической документации.

Разработка технологического процесса сборки начинается с составления схемы сборочных элементов изделия, которая является графическим изображением последовательности соединения деталей между собой; она же позволяет расчленить сборку на узловую и общую. Схема сборочных элементов изделия, дополненная технологическими указаниями об особенностях сборки и контроля, превращается в технологическую схему сборки.

Разработка технологического процесса сборки начинается с изучения служебного назначения и конструкции изделия, условий работы и технических условий его приемки. Глубина разработки процесса сборки предопределяется типом производства и размером годового выпуска. При большом выпуске процесс сборки разрабатывается детально с возможно полной дифференциацией сборочных операций.

Разработка технологического процесса сборки производится поэтапно на основе стандартов ЕСТПП, ЕСТД и других в следующей последовательности.

Разработка технологического процесса сборки машин является частью технологической подготовки машиностроительного производства. Главными принципами проектирования процессов сборки являются обеспечение высокого качества изделий, достижение наибольшей производительности и экономичности процесса на основе возможно более широкого применения механизации и автоматизации сборочных работ. Как уже отмечалось, технический и организационный уровень сборки в значительной мере определяют надежность и долговечность машины.

Разработка технологического процесса сборки конструкций тесно связана с выбором рациональных типов имеющихся в цехе приспособлений и

проектированием новых приспособлений и кондукторов в зависимости от особенностей изделия и принятого метода сварки.

Разработку технологического процесса сборки начинают с изучения конструкции собираемого объекта, условий его работы и технических условий его приемки. Изучение конструкции целесообразно совмещать с технологическим контролем сборочного чертежа.

Разработке технологического процесса сборки машин должна предшествовать своевременная работа технологов в конструкторском отделе над технологичностью запроектированной машины.

Глубина разработки технологического процесса сборки определяется типом производства и размером годового выпуска. При малых выпусках изделий разработка процесса сборки представляет собой лишь общую наметку сборочных операций. При большом выпуске процесс сборки разрабатывается детально с возможно полной дифференциацией сборочных операций. Технологию необходимо знать условия, в которых будет выполняться разработанный технологический процесс сборки.

Целью разработки технологического процесса сборки машины является либо описание последовательности проведения сборочных операций для инструктажа рабочего-сборщика, либо получение сходных данных для проведения дальнейших этапов проектирования или других работ

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Анохину Андрею Андреевичу

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

1. Стоимость ресурсов технического проекта: материально-технических, информационных	- прайс-листы расходных материалов;
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	- накладные расходы 16%
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов.	- отчисления во внебюджетные фонды 30,2%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ТП с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	- характеристика потенциальных потребителей результатов технического проектирования - анализ конкурентных технических решений;
2. Планирование работы технического проекта.	- определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Гантта.
3. Смета затрат на технический проект	- материальные затраты; - заработная плата; - отчисления во внебюджетные фонды - накладные расходы.
4. Определение ресурсосберегающей эффективности технического проекта	- определение коэффициента эффективности технического проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. График проведения ТП
3. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности ТП

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	15.02.2019
---	-------------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Анохин Андрей Андреевич		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе необходимо определить экономическую целесообразность разработки технологического процесса детали «Фреза насадная», а также оценку ресурсоэффективности и конкурентоспособности технического проекта.

Для поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал, перспективу и альтернативу проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- планирование технического проектирования работ;
- рассчитать смету затрат на технический проект.

3.1 Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения технического проектирования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Оценка коммерческого потенциала разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения технического проектирования и коммерциализации его результатов. Это важно для разработчиков, которые должны представлять состояние и перспективы проводимого технического проектирования.

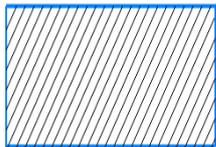
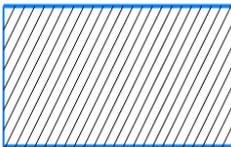
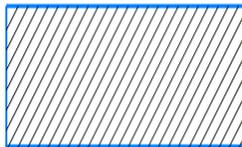
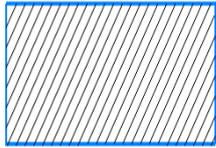
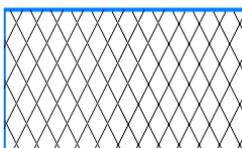
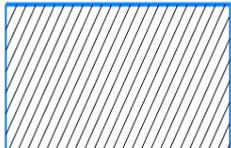
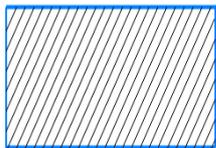
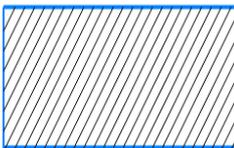
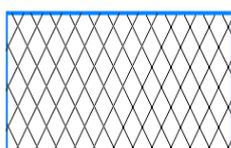
Проведение оценки потенциала будущего продукта необходимо осуществлять на каждой стадии технического проектирования, и каждый раз подход к оценке сугубо индивидуален. Постоянный мониторинг соответствия полученной оценки технологии и тенденций развития отрасли или продукта, поиск новых ниш для использования и реализации нового продукта или технологии - залог снижения риска опоздания с выходом на рынок и других рисков.

3.1.1 Потенциальные потребители результатов технического проектирования

Чтобы определить потенциальных потребителей данной разработки необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Сегментирование рынка по разработке технологии изготовления детали «Фреза насадная»: размер и возможности станочного комплекса.

Таблица 11 - Карта сегментирования рынка по разработке технологии изготовления детали "Фреза насадная".

Компании	Возможности станочного производства		
	Современное оборудование	Профессионализм персонала	Необходимое оборудование
ООО «Томский инструментальный завод»			
ООО «Новосибирский инструментальный завод»			
ООО «Сибирский инструментальный завод»			

Максимальное соответствие



Средний уровень соответствия



Из анализа карты, можно сделать вывод, что наиболее эффективным производством обладает ООО «Томский инструментальный завод», несмотря на это остальные компании могут составить конкуренцию. Однако

производство детали "Фреза насадная" потребует от остальных компаний существенного финансового вложения как в развитие станочной базы так и в поиск новых профессиональных сотрудников.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в разрабатываемый объект. Чтобы выявить ресурсоэффективность разработки и определить направления для ее будущего повышения, необходимо провести анализ конкурентных технических решений. Данный анализ проводится с помощью оценочной карты, которая приведена в таблице 3.2. Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле [15, стр. 7]:

$$K = \sum B_i \cdot V_i , \quad (3.1)$$

где: K – конкурентоспособность технической разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Разработка технического решения ООО «Томский инструментальный завод»:

$$K = \sum B_i \cdot V_i = 34 \cdot 4,45 = 151,3 \quad (3.2)$$

Разработка технического решения конкурентных предприятий ООО «Новосибирский инструментальный завод» (К1) и ООО «Сибирский инструментальный завод» (К2):

$$K1 = \sum B_i \cdot V_i = 30 \cdot 3,18 = 95,4$$

$$K2 = \sum B_i \cdot V_i = 26 \cdot 3,35 = 87,1$$

Таблица 12 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерий оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		B_{ϕ}	B_{K1}	B_{K2}	K_{ϕ}	K_{K1}	K_{K2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Качество	0,27	5	4	4	1,35	1,08	1,08
2. Способ изготовления	0,09	4	3	3	0,36	0,27	0,27
3. Износостойкость	0,1	3	3	3	0,30	0,30	0,30
4. Универсальность	0,08	4	5	4	0,32	0,40	0,32
5. Простота эксплуатации	0,12	5	5	3	0,60	0,60	0,36
6. Взаимозаменяемость	0,11	5	3	3	0,55	0,33	0,33
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Цена	0,14	5	4	3	0,70	0,56	0,42
2. Конкурентоспособность	0,09	3	3	3	0,27	0,27	0,27
Итого	1,00	34	30	26	4,45	3,81	3,35

Позиция разработки и конкурентов оценивается по каждому показателю экспертным путем по пятибалльной шкале, где 1-слабая позиция, а 5-сильная.

На основании проведенного анализа мы выявили, что деталь конкурентоспособна. Также деталь является надежной, так как выполнена из жаропрочной стали. Деталь проста в эксплуатации, так как предназначена для определенного вида деятельности и выполнена по определенным требованиям. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПШ.

3.2 Планирование технического проектирования работ.

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проекта;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения работы в рамках проектирования.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

3.2.1 Структура работ технического проектирования

Планирование выпускной квалификационной работы включает в себя:

- обсуждение проблематики выбранной темы;
- цель работы;
- разделы, которые должны быть проработаны;
- определение участников и построение графика проведения работ.

Таблица 13 - Перечень живой этапов, работ помещениях и распределение исполнителей

Основные этапы	Номер работы	Содержание работ	Исполнитель
Подготовительный высоких этап	1	- Составление и утверждение темы ВКР; - Составление и утверждение технического задания; - Составление календарного службы плана - графика выполнения ВКР.	Научный руководитель, Студент
Основной календарный этап	2	Подбор и изучение литературы по теме ВКР	Студент
	3	-Выполнение технологической части работы: - Определение типа производства; - Анализ технологичности детали; - Разработка технологического процесса изготовления детали; - Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали; - Выбор оборудования; - Расчет режимов резания; -Нормирование операций технологического процесса.	Студент
	4	Проверка выполненной технологической части.	Научный руководитель,
		Исправление замечаний	Студент
	5	Проектирование технологической оснастки	Студент

		детали «Фреза насадная»	
	6	Проверка выполненной технологической оснастки.	Научный руководитель,
		Исправление замечаний	Студент
Заключительный определяем этап	7	Выполнение других разделов: - Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; - Социальная ответственность.	Студент
	8	Составление пояснительной записки по стандартам	Студент
	9	Подписание ВКР	Научный руководитель, Студент
	10	Подготовка к защите ВКР.	Научный руководитель, Студент
	11	Защита ВКР	Научный руководитель, Студент

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников технического проектирования.

Трудоемкость выполнения технического проектирования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого значения трудоемкости $t_{ожи}$ используется следующая формула [15,стр.20]:

$$t_{ожи} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3.4)$$

где: $t_{ожи}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

3.2.3 Разработка проведения технического проектирования

Диаграмма Ганта – горизонтальный *ленточный график*, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ. На основе таблицы 3.5 строится календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках ВКР с разбивкой по месяцам и декадам за период времени ВКР.

Таблица 14 – Временные показатели проведения оборудованием технического проектирования

Номер работы	Название работы	Исполнители	Трудоемкость работы			Длительность работ в рабочих днях T_{pi} , раб. дн
			t_{\min} , чел.-дн.	t_{\max} , чел.-дн.	$t_{ож}$, чел.-дн.	
1	- Составление и утверждение темы ВКР	Научный руководитель	1	1	1	1
		Студент	1	1	1	1
2	Подбор и изучение литературы по теме ВКР	Студент	10	15	12	12
3	-Выполнение технологической части работы	Студент	25	30	27	27
4	Проверка выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель	1	1	1	1

	Исправление замечаний	Студент	2	2	2	2
5	Проектирование технологической оснастки детали «Фреза насадная»	Студент	20	25	22	22
6	Проверка выполненной технологической оснастки	Научный руководитель	1	1	1	1
	Исправление замечаний	Студент	2	2	2	2
7	Выполнение других разделов.	Студент	12	17	14	14
8	Составление пояснительной записки по стандартам	Студент	10	15	12	12
9	Подписание ВКР	Научный руководитель	1	1	1	1
		Студент	1	1	1	1
10	Подготовка к защите ВКР	Научный руководитель	2	7	4	4
		Студент	2	7	4	4
11	Защита ВКР	Студент	1	1	1	1

Таблица 15 – Календарный план-график проведения ВКР

№ работы	Вид работы	Исполнители	Кол-во дней, Три	Продолжительность выполнения работ, календарные дни														
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь		
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	- Составление и утверждение темы ВКР;	Научный руководитель	1		■													
	- Составление и утверждение технического задания;	Студент	1		■													
2	Подбор и изучение литературы по теме ВКР	Студент	12		■	■												
3	Выполнение технологической части работы	Студент	27			■	■	■	■									
4	Проверка выполненной технологической части с научным руководителем	Научный руководитель	1								■							
	Исправление замечаний	Студент	2							■								
5	Проектирование технологической оснастки детали «Фреза насадная»	Студент	22								■	■	■					
6	Проверка выполненной технологической оснастки с научным руководителем.	Научный руководитель	1														■	
	Исправление замечаний	Студент	2													■		
7	Выполнение других разделов	Студент	14										■	■				
8	Составление пояснительной записки по стандартам	Студент	12												■	■		
9	Подписание ВКР	Научный руководитель	1														■	
		Студент	1														■	
10	Подготовка к защите ВКР	Научный руководитель	4														■	
		Студент	4														■	
11	Защита ВКР.	Научный руководитель	1														■	
		Студент	1														■	

По плану-графику проведения ВКР видно, что начало было в середине февраля. По графику видно, что выполнение технологической части работы, самая продолжительная часть и составляет 3 декады. Такие работы как, составление и утверждение темы ВКР, согласование выполненной технологической части, согласование выполненной конструкторской части и проверка других частей ВКР, выполнялись двумя исполнителями. Защита работы в начале июня.

3.3 Смета затрат на технический проект

При планировании сметы технического проекта должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования сметы технического проекта используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы;
- формирование сметы затрат технического проекта.

3.3.1. Расчет материальных затрат технического проекта

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi}, \quad (3.6)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении технического проекта;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении технического проекта;

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов.

i - порядковый номер материальных ресурсов.

К материальным затратам можно отнести: бумага, ручки, корректор, USB-накопитель, блокнот, степлер, скобы для степлера.

Материальные затраты, необходимые для данной работы, указаны в таблице 16.

Таблица 16 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	Затраты на материалы, руб.
Бумага А4	шт	500	1,5	750
Бумага А1	шт	20	40	800
USB накопитель	шт	1	270	270
Папка	шт	1	140	140
Тубус	шт	1	800	800
Мультифора А4	шт	20	1,5	30
Ручка шариковая	шт	10	11	110
Итого:				2900

3.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается полная заработная плата научного руководителя и студента, которая рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (3.7)$$

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

$Z_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = T_{\text{р}} \cdot Z_{\text{дн}}, \quad (3.8)$$

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

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

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

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m}{D_{\text{мес}}}, \quad (3.9)$$

где: Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

$D_{\text{мес}}$ – количество рабочих дней, раб. дн.

Таблица 17 - Расчет основной заработной платы

Исполнители	Оклад	Z_m , руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{\text{осн}}$, руб.
Руководитель	33664	43763	1684	9	15156
Бакалавр	12300	24960	615	98	60270
Итого:					75426

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают оплату при предоставлении ежегодного оплачиваемого отпуска.

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (3.10)$$

где: $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Таблица 18 - Расчет полной заработной платы

Исполнители	$k_{\text{доп}}$, руб	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$Z_{\text{доп}}$, руб.	Z_p , руб.
Руководитель	15%	15156	2273	17400
Бакалавр	12%	60270	5130	65400
Итого:				82800

3.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы [15, стр. 29] :

$$Z_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} \cdot Z_{\text{п}}, \quad (3.11)$$

где: $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.), равен 30,2%

$$Z_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 82,8 = 25,0 \text{ тыс.руб.}$$

3.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, размножение материалов и т.д.

Величина накладных расходов принимается в размере 16% от общей суммы затрат.

3.3.5 Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования сметы затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается научной организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технического проекта продукции.

Определение сметы затрат на технический проект по каждому варианту исполнения приведен в таблице 3.9

Таблица 19 - Расчет сметы затрат технического проекта

Наименование	Сумма, тыс. руб.	Структура затрат, %
Материальные расходы	2,9	2,2
Полная заработная плата	82,8	62,9
Отчисления во внебюджетные фонды	25,0	18,9
Накладные расходы	21,3	16,0
Итого:	132,0	100,0

Таким образом общая продолжительность выполнения проектной работы составляет 98 дней или 11,5 декад. Расчет сметы затрат на технический проект составляет 132 тыс. руб.

3.4 Определение ресурсосберегающей, эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения, можно определить по формуле [15, стр. 32]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (3.13)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Таблица 20 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии оценки	Весовой коэффициент параметра	Бальная оценка
1.Повышение производительности труда пользователя	0,42	5
2.Удобство в эксплуатации	0,28	5
3.Энергосбережение	0,13	4
4. Надежность	0,17	5
Итого:	1,00	

$$I_{pi} = 0,42 \cdot 5 + 0,28 \cdot 5 + 0,13 \cdot 4 + 0,17 \cdot 5 = 4,87;$$

В ходе выполнения данного раздела можно сделать вывод о том, что достигнутые цели были выполнены с помощью поэтапного решения задач:

1) Проведен анализ конкурентных технических решений, который доказал, что перспективность разработки выше среднего.

2) На этапе планирования был построен план-график выполнения этапов работ для научного руководителя и студента. По плану-графику проведения ВКР видно, что начало работы было 12,5 декад назад. Выполнение технологической части работы, самая продолжительная часть, которая составляет 3 декады. Защитить технический проект планируется в начале июня.

3) Была рассчитана смета технического проекта. Из расчета видно, что на реализацию проекта необходимы затраты в размере 132 тыс. руб.

4) Выводы по главе: в результате проведения оценки ресурсоэффективности разрабатываемого проекта было получено достаточно высокое значение интегрального показателя (4,87 из 5). Полученный результат показывает эффективность реализации данного проекта.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л41	Анохину Андрею Андреевичу

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/ специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»

1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	<i>Объектом исследования является деталь «Фреза насадная». Это элемент является базовой деталью режущего инструмента – насадной длиннокрючковой фрезы для обработки уступов под углом 90°. В данном разделе будет рассмотрена социальная ответственность при производстве и проектировании изделия.</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	<i>Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства (приводится перечень ГОСТов, СНиПов и др. законодательных документов, использованных в своей работе);</i>
2. Производственная безопасность: - Анализ выявленных вредных и опасных факторов - Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<i>1.1 Вредные факторы. 1. Отклонение показателей микроклимата. 2. Повышенный уровень шума. 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны. 4. Повышенный уровень вибрации 5. Повышенный уровень электромагнитных излучений 1.2 Опасные факторы. 1. Электрический ток 2. Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне 3. Механическое травмирование</i>
3. Экологическая безопасность:	<i>Металлические отходы (металлолом, металлическая стружка и металлическая пыль) и отходы сож.</i>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<i>1. Пожар 2. Сильные морозы 3. Несанкционированное проникновение на рабочее место Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией для является пожар.</i>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент, Отделение общетехнических дисциплин	Немцова Ольга Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л41	Анохин Андрей Андреевич		

4. Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «фрезы насадной», вся исследовательская работа выполнена на компьютере. Однако будут рассмотрены вредные факторы, воздействующие и на проектировщика и на рабочего, занимающегося производством делатели.

На проектировщика возможны действия следующих вредных и опасных факторов монотонность труда, отклонение показателей микроклимата, недостаточная освещенность рабочей зоны, повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень электромагнитных излучений, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека, повышенная температура поверхностей оборудования, механическое травмирование. Воздействие этих факторов может привести к заболеванию и снижению производительности труда.

Воздействие опасных производственных факторов может привести к травме или внезапному резкому ухудшению здоровья. Это действие электрического тока, движущиеся машины и механизмов и т.д.

4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение. Расположение рабочих мест за мониторами и другими приборами.

Площадь на одно рабочее место с компьютером и другими приборами для взрослых пользователей должна составлять не менее 6 м^2 , а объем не менее 20 м^3 .

Рабочее помещение должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией.

Для внутренней отделки интерьера помещений должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка — 0,7-0,8; для стен — 0,5-0,6; для пола — 0,3-0,5.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами. Полы и стены помещений, в которых производится сварка, должны быть изготовлены из несгораемого материала.

В помещении должны находиться аптечка первой медицинской помощи.

Организация режимов труда и отдыха при работе с токарным станком осуществляется в зависимости от вида и категории труда.

Для сотрудников, работающих за токарным станком во избежание травм и нервных срывов, ограничивается часы работы до 8 часов.

Работники должны обеспечиваться средствами индивидуальной защиты: защитные очки, защитная одежда, жаростойкие рукавички, прорезиненная обувь и т.д. [ГОСТ 12.4.011-89]

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

1. ОСТ 54 30013-83 Электромагнитные излучения СВЧ. Предельно допустимые уровни облучения. Требования безопасности.

2. ГОСТ 12.4.154-85 “ССБТ. Устройства, экранирующие для защиты от электрических полей промышленной частоты”.

3. ГН 2.2.5.1313-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.

4. СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 "Электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ)".

5. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.

6. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий.

7. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.

8. ГОСТ 12.4.123-83. Средства коллективной защиты от инфракрасных излучений. Общие технические требования.

9. ГОСТ Р 12.1.019-2009. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

10. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

11. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.
ГОСТ 12.2.037-78. Техника пожарная. Требования безопасности

12. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха

13. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов. 14. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы

4.2. Производственная безопасность

Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Основными опасными фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- повышенный уровень статического электричества, связанный с работой за компьютером или установкой;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

Таблица 21. Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Наименование видов работ и параметров производственного процесса	Ф а к т о р ы (ГОСТ 12.0.003-15 ССБТ)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Составление технологического процесса.	Психофизиологические (эмоциональные стрессы)	Физические (повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека)	ГОСТ 12.1.030-81, ГОСТ 12.1.038-82
	Физические (превышение уровней электромагнитных и ионизирующих излучений, недостаточная освещенность рабочей зоны).	Физические (статическое электричество)	СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03, СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03
Контроль выполнения работ во время производства	Физические (отклонение параметров микроклимата, превышение уровня шума и вибраций).	Физические (Движущиеся машины и механизмы производственного оборудования (в т.ч. грузоподъемные)	ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.012-90

Отклонение параметров микроклимата

Работу сотрудника за компьютером, можно отнести к категории работ Ia (работы с интенсивностью энергозатрат до 120 ккал/ч, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением). Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 «гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», оптимальная температура воздуха на рабочих местах в холодный период года, должна находиться в диапазоне 22-24°С, в теплый период года 23-25°С. Перепады температур воздуха в течении смены при обеспечении оптимальных величин микроклимата на рабочих местах не должны превышать 2°С. Относительная влажность воздуха в диапазоне 60-40%. Оптимальная скорость движения воздуха 0,1 м/с.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в холодный период года: температура воздуха в

диапазоне ниже оптимальных величин 20,0-21,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 24,1-25,0°C. Температура поверхностей 19,0-26,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с.

Допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений в теплый период года: температура воздуха в диапазоне ниже оптимальных величин 21,0-22,9°C, в диапазоне выше оптимальных величин 25,1-28,0°C. Температура поверхностей 20,0-29,0°C. Относительная влажность воздуха 15-75%, при температуре воздуха на рабочих местах до 25°C. Скорость движения воздуха не более 0,1 м/с. При температурах воздуха 25°C и выше максимальные величины относительной влажности воздуха должны приниматься в соответствии с требованиями п. 6.5. СанПиН 2.2.4.548-96. При температурах воздуха 26-28°C скорость движения воздуха в теплый период года должна приниматься в соответствии с требованиями п. 6.6. СанПиН 2.2.4.548-96. Интенсивность теплового излучения от нагретых поверхностей, осветительных приборов не должна превышать 35 Вт/м².

Для обеспечения комфортных метеоусловий, описанных в данном разделе, необходима установка системы местного кондиционирования воздуха, а так же воздушное душирование. Немаловажным фактором, влияющим на метеоусловия, является соответствие нормам площадь и объем рабочего помещения.

Превышение уровня шума

Таблица 22. Допустимые уровни шумов [ГОСТ 12.1.003-83]

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в составных полосах со среднестатистическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Конструирование и проектирование: конструкторское бюро	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Выполнение всех видов работ на местах в производственных помещениях	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Под воздействием шума, превышающего 85-90 дБА, снижается слуховая чувствительность. Сильный шум вредно отражается на здоровье и работоспособности людей. Человек, работая при шуме, привыкает к нему, но продолжительное действие сильного шума вызывает общее утомление, может привести к ухудшению слуха.

Для снижения шума можно использовать следующие методы:

1. уменьшение шума в источнике;
2. изменение направленности излучения;
3. рациональная планировка предприятий и цехов;
4. акустическая обработка помещений;
5. уменьшение шума на пути его распространения.

В качестве СИЗ применяются (наушники, шлемы, заглушки), обеспечивающих ослабление шума до уровней, не превышающих допустимой нормы.

Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Освещение является важным фактором в производстве, оказывающим существенное влияние на человека, производительность и безопасность его труда, а также психологическое состояние.

При работе за персональным компьютером и документацией допускается комбинирование освещения. Местное освещение должно располагаться ниже или на уровне линии зрения работника. Освещение должно быть организовано таким образом, чтобы обеспечить оптимальные соотношения яркости рабочих и окружающих поверхностей.

Согласно СанПиН 2.2.1/1278-03 и СНиП 23-05-95 можно установить нормы естественной и искусственной освещенности в помещениях.

Искусственная освещенность в зоне документов должна быть в диапазоне 300-500 лк, а при работе исключительно с экраном 300 лк. Искусственное освещение располагается так, чтобы обеспечить хорошую видимость на мониторе компьютера.

Коэффициент естественной освещенности (КЕО) должен быть не ниже 1,2 % при работе с экраном и не ниже 1,5 % при работе с документами на рабочем столе. Также одним из нормируемых показателей является коэффициент пульсации (K_p), он не должен превышать 10%.

Повышенный уровень вибрации

Вибрация в макросистеме представляет собой возвратно - поступательные движения твердого тела. Источниками вибрации на производстве при изготовлении детали являются транспортеры, перфораторы, зубчатые передачи, пневмомолот, двигатели внутреннего сгорания, электромоторы и т. д.

Следует учитывать, что колебательные процессы присущи живому организму, прежде всего потому, что они в нем постоянно протекают.

Внутренние органы можно рассматривать как колебательные системы с упругими связями. Их собственные частоты лежат в диапазоне 3–6 Гц. При воздействии на человека внешних колебаний таких частот происходит возникновение резонансных явлений во внутренних органах, способных вызвать травмы, разрыв артерий, летальный исход. Воздействие производственной вибрации на человека вызывает изменения как физиологического, так и функционального состояния организма человека.

Изменения в функциональном состоянии организма проявляются в повышении утомляемости, увеличении времени двигательной и зрительной реакции, нарушении вестибулярных реакций и координации движений. Все это ведет к снижению производительности труда. В худшем случае - возникновение вибрационной болезни, которая проявляется со временем.

Повышенный уровень электромагнитных излучений

Таблица 23. Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ [СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Приложение 1 (табл.3)]

Наименование параметров	В диапазоне частот	ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Поверхностный	электростатический потенциал экрана	500 В

Электромагнитные поля оказывают специфическое воздействие на ткани человека, при воздействии полей, имеющих напряженность выше предельно допустимого уровня, развиваются нарушения со стороны нервной, сердечно-сосудистой систем, органов дыхания, органов пищеварения и некоторых биохимических показателей крови. Также эти излучения могут неблагоприятно влиять на работу электрических приборов.

Воздействие ЭМИ на человека нормируются по энергетической экспозиции, определяющейся интенсивностью ЭМИ радиочастотных диапазонов (ЭМИ РЧ) и временем воздействия, согласно СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96. Источниками ЭМИ РЧ на производстве могут являться бытовые приборы, которые не оказывают значимого влияния и не подлежат контролю в соответствии с санитарными нормами и правилами.

Электрический ток

Все оборудование должно быть выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.019–79.

Комната, в которой выполнялась работа, относится к категории помещений без повышенной опасности, поскольку она характеризуется следующими признаками: температура воздуха и влажность в норме, отсутствие сырости. Но в процессе деятельности с установкой и компьютером может возникнуть опасность поражения электрическим током.

Основными причинами этого могут послужить следующие факторы: прикосновение к токоведущим частям или прикосновение к конструктивным частям, оказавшимся под напряжением. С целью исключения опасности поражения электрическим током необходимо соблюдать следующие правила электрической безопасности:

- перед включением компьютера и установки в сеть должна быть визуально проверена ее электропроводка на отсутствие возможных видимых нарушений изоляции, а также на отсутствие замыкания токопроводящих частей на корпус компьютера или станину установки;
- при появлении признаков замыкания необходимо немедленно отключить от электрической сети компьютер и установку;
- запрещается при включенном компьютере или установке одновременно прикасаться к приборам, имеющим естественное заземление.

К защитным мерам от опасности прикосновения к токоведущим частям электроустановок относятся: изоляция, ограждение, блокировка, пониженные напряжения, электрозащитные средства.

Среди распространенных способов защиты от поражения электрическим током при работе с электроустановками различают:

- защитное заземление – предназначено для превращения «замыкания на корпус» в «замыкание на землю», с тем, чтобы уменьшить напряжение прикосновения и напряжение шага до безопасных величин (выравнивание самый распространенный способ защиты от поражения электрическим током;
- зануление – замыкание на корпус электроустановок;
- системы защитного отключения – отключение электроустановок в случае проявления опасности пробоя на корпус;
- защитное разделение сетей;
- предохранительные устройства.

К работам на электроустановках допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие инструктаж и обученные безопасным методам труда. К тому же электробезопасность зависит и от профессиональной подготовки работников, сознательной производственной и трудовой дисциплины. Целесообразно каждому работнику знать меры первой медицинской помощи при поражении электрическим током.

Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов и воздуха в рабочей зоне

В процессе работы на станке стружка расплавленного пластика может попасть в глаза, складки одежды, карманы, ботинки, прожечь одежду и причинить ожоги. Во избежание ожогов и повреждения зрения рабочий должен работать в спецодежде из брезента или плотного сукна, в рукавицах. Куртку не следует заправлять в брюки. Карманы должны быть плотно закрыты

клапанами. Брюки надо носить поверх обуви. И обязательно работать в защитных очках.

Механическое травмирование

При производстве детали присутствуют источники механического травмирования, которые можно разделить на реально и потенциально опасные.

К первым можно отнести: шероховатости поверхности, риски, заусенцы, острые кромки и выступы на различных частях оборудования и подвижные заготовки при работах на металлообрабатывающих станках, частицы абразива при заточке инструмента, движущиеся грузоподъемные машины и средства транспорта.

Ко вторым: сосуды, работающие под давлением, разрушение (взрыв) которых может произойти при нарушении правил в эксплуатации, штабели заготовок, готовых изделий, которые при неправильной их укладке могут обрушаться, площадки обслуживания оборудования на высоте, лестницы при несоответствии их требованиям безопасности и т. д.

Средства коллективной защиты от механического травмирования стандартизованы ГОСТ 12.4.125—83 и включают в себя целый ряд подвидов.

Защитные устройства должны удовлетворять следующим общим требованиям:

- предотвращать контакт рук и других частей тела человека, его одежды и других предметов с опасными движущимися частями машины, не позволять человеку-оператору машины или другому рабочему приблизить руки и другие части тела к опасным движущимся частям;

- должны быть изготовлены из прочных материалов, выдерживающих условия нормальной эксплуатации, и надежно прикреплены к машине;

- не создавать иных опасностей, не иметь режущую кромку, заусенец или шероховатости поверхности;

- не мешать выполнению работ.

Наибольшее применение для защиты от механического травмирования машинами, механизмами и инструментами используют оградительные, предохранительные, тормозные устройства, а также устройства дистанционного управления, автоматического контроля и сигнализации.

4.3. Экологическая безопасность

Охрана природы предполагает, в отношении машиностроения, совершенствование технологических процессов и транспортных операций с целью уменьшения выбросов вредных веществ в окружающую среду, уменьшение теплового воздействия, увеличение объема вторичной переработки отходов и увеличение мощностей водоочистки.

Металлические отходы (металлолом, металлическая стружка и металлическая пыль). Существует два пути утилизации металлических отходов: без переплава и с переплавом. Утилизация без переплава подразумевает перераскрой листового металла с целью изготовления мелких и средних по размерам деталей из отходов более крупных. Переработка металлических отходов с переплавом является основным видом переработки металлической стружки, для этого на предприятии есть необходимые емкости для сбора и последующего его прессования. Отходы сдаются на предприятие по утилизации ООО «Втормет» в городе Томске. Не работающие лампы немедленно после удаления из светильника должны быть упакованы в индивидуальную тару из гофрокартона или картонную коробку. В случае отсутствия индивидуальной упаковки, каждую отработанную лампу необходимо тщательно завернуть в бумагу или тонкий мягкий картон, предохраняющий лампы от взаимного соприкосновения и случайного механического повреждения.

Недопустимо выбрасывать отработанные энергосберегающие лампы вместе с обычным мусором, превращая его в ртутьсодержащие отходы, которые загрязняют ртутными парами подъезды жилых домов. Накапливаясь

во дворах и попадая на полигоны ТБО, ртуть из мусора, в результате деятельности микроорганизмов преобразуется в растворимую в воде и намного более токсичную метилртуть, которая заражает окружающую среду.

Виды утилизаций отходов СОЖ:

Регенерация - убирают засоряющие компоненты из масла, таким образом продлевая срок его службы, преимущество можно применять многократно. Обезвоживание - масло используют в качестве энергоносителя, сжигаемый материал может служить отапливающим веществом, дающим тепло на предприятии.

Крекинг - Специальный сосуд заполняется «отработкой», которая затем нагревается и перемешивается. В результате однородная масса перемещается в испаритель, где она сепарируется, а также обезвоживается при помощи вакуума и температуры +110 градусов, избавляясь от посторонних примесей. Образующиеся легкие летучие вещества конденсируются, сжижаясь до состояния бензина. Получается так называемое печное топливо.

Физико-химические способы утилизации: коагуляция.

Адсорбционная очистка - впитывающие гранулы собирают загрязняющие продукты, получают силикагель и много вредного адсорбента.

Вариант селективной очистки - воздействие на масло пропаном, когда углеводороды поглощаются им, а смолистые вещества, которые содержатся в масле в коллоидном виде, выпадают в осадок.

Утилизацией отходов нефтепродуктов в городе Томск занимается компания ООО «Экология тепла»

Отходы в виде абразивной пыли, отработанных абразивных кругов и лома от абразивных кругов утилизируют компании, которые на этом специализируются. Одна из таких компаний ООО «Эко-Спас»

4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения источника ЧС на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Под источником ЧС понимают опасное природное явление, аварию или опасное техногенное происшествие, широко распространённую инфекционную болезнь людей, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может возникнуть ЧС.

В настоящее время существует два основных направления минимизации вероятности возникновения последствий ЧС на промышленных объектах. Первое направление заключается в разработке технических и организационных мероприятиях, уменьшающих вероятность реализации опасного поражающего потенциала в современных технологических системах. В рамках этого направления на заводе технические системы снабжают защитными устройствами – средствами взрыво- и пожарозащиты технологического оборудования, электро- и молниезащиты, локализации и тушения пожаров и т.д.

Второе направление заключается в подготовке объекта и обслуживающего персонала к действиям в условиях ЧС. Основой второго направления является формирование планов действий в ЧС. Для этого на заводе прогнозируют размеры и степень поражения объектов при воздействии на него поражающих факторов различных видов (взрывы, пожары, отключение электроэнергии, наводнения, землетрясения, террористические акты, нападение вероятного противника и др.), опираясь на экспериментальные и статистические данные о физических и химических явлениях, составляющих возможную аварию.

Повышение устойчивости технических систем и объектов достигается главным образом организационно-техническими мероприятиями. Для этого сначала исследуется устойчивость и уязвимость предприятия в условиях ЧС. Исследования включает в себя анализ:

- Надёжность установок и технологических комплексов;
- Последствие аварий отдельных систем производства;
- Распространение ударной волны по территории предприятия при взрывах коммуникаций;
- Распространение огня при пожарах различных видов; - Рассеивание веществ, высвобождающихся при ЧС;
- Возможности вторичного образования токсичных, пожаро- и взрывоопасных смесей и т.п.

Затем разрабатываются мероприятия по повышению устойчивости и подготовке объекта к восстановлению после ЧС. К таким мероприятиям относятся правильная планировка наземных и подземных зданий и сооружений основного и вспомогательного производства, складских помещений и зданий административно-бытового назначения; внутренняя планировка помещений; расстановка сил и состояния пунктов управления, и надёжность узлов связи; безопасное хранение горючих и токсичных веществ и т.д.

Пожар

Одними из наиболее вероятных и разрушительных видов ЧС являются пожар или взрыв на рабочем месте. Пожарная безопасность представляет собой единый комплекс организационных, технических, режимных и эксплуатационных мероприятий по предупреждению пожаров и взрывов.

Причиной возгорания могут быть следующие факторы:

- возникновение короткого замыкания в электропроводке вследствие неисправности самой проводки или электросоединений и электrorаспределительных щитов;

- возгорание устройств вычислительной аппаратуры вследствие нарушения изоляции или неисправности самой аппаратуры;
- возгорание мебели или пола по причине нарушения правил пожарной безопасности, а также неправильного использования дополнительных бытовых электроприборов и электроустановок;
- возгорание устройств искусственного освещения.

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности. При обеспечении пожарной безопасности решаются следующие задачи:

- предотвращение пожаров;
- возгорание;
- локализация возникших пожаров;
- защита людей и материальных ценностей;
- тушение пожара.

Пожаром называют неконтролируемое горение во времени и пространстве, наносящее материальный ущерб и создающее угрозу жизни и здоровью людей.

Для профилактики возникновения пожаров необходимо проводить следующие пожарно-профилактические мероприятия:

Организационные мероприятия:

- противопожарный инструктаж обслуживающего персонала;
- обучение персонала правилам техники безопасности;
- издание инструкций, плакатов, планов эвакуации.

Эксплуатационные мероприятия:

- соблюдение эксплуатационных норм оборудования;
- обеспечение свободного подхода к оборудованию.
- содержание в исправности изоляции токоведущих проводников.

Технические мероприятия:

- соблюдение противопожарных мероприятий при устройстве электропроводок, оборудования, систем отопления, вентиляции и освещения. В кабинете имеется порошковый огнетушитель типа ОП–5 и находится пожарный щит, установлен рубильник, обесточивающий всю аудиторию, на двери аудитории приведен план эвакуации в случае пожара;
- профилактический осмотр, ремонт и испытание оборудования.

Так же необходимо предусмотреть наличие эвакуационных выходов для персонала. Число эвакуационных выходов из здания с каждого этажа должно быть не менее двух. Ширину эвакуационного выхода (двери) устанавливают в зависимости от общего количества людей, эвакуирующихся через этот выход, но не менее 0,8 м. Высота прохода на эвакуационных путях должна быть не менее 2 м. Планы эвакуации при пожаре и других ЧС размещены на каждом этаже здания.

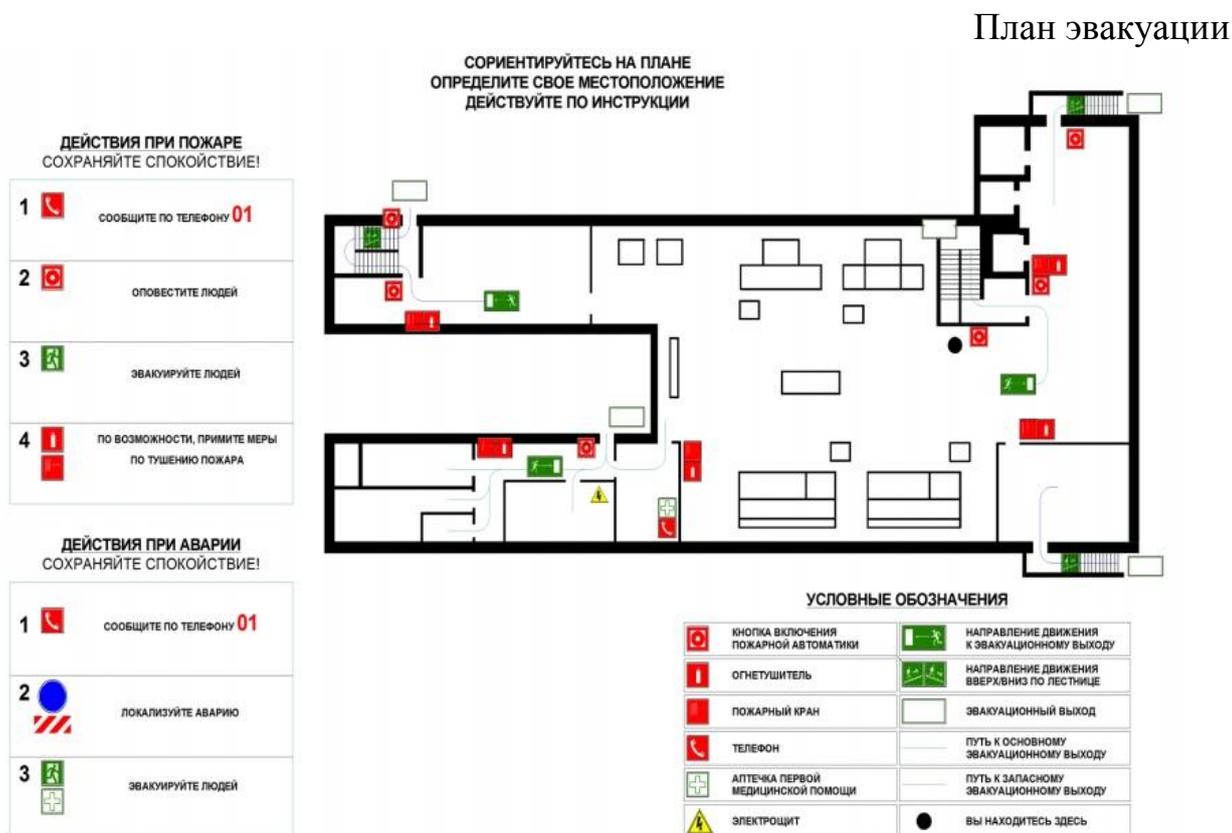


Рисунок - 21

Сильные морозы

Морозы при сильном ветре, длительное воздействие низких температур вызывают обморожение, и часто сильное. На предприятии это обусловлено возможной поломкой оборудования, выхода из строя технических систем которые обслуживают предприятие и сооружения. Ущерб от сильных морозов связан с переохлаждением, замораживанием технических объектов, разрушением систем отопления, при возникновении отключения теплоснабжения в цеху предприятия имеются газовые обогреватели с катализатором, которые могут обогреть производственные помещения в сильные морозы. При порывах в системе водоснабжения на предприятии предусмотрена емкость 500 литров чистой воды, которой снабжаются все необходимые помещения, по аварийной системе водоснабжения. При повреждениях в электросетях, на предприятии имеется дизель генератор, который установлен в отдельном помещении с вентиляцией, он на время может обеспечить электроэнергией важные объекты.

При поломке городского транспорта в сильные морозы, для своевременной доставки работников предприятия на рабочие места, на производстве предусмотрен автобус выехать за работниками, нуждающимися в транспортировке.

Несанкционированное проникновение на рабочее место

От несанкционированного проникновения на территорию предприятия, необходимо территория оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной службой охраны, постами охраны с пропускной системой, системой связи. Не распространение сведений о системе охраны объектов, расположения оборудования, складов, сигнализаций. Должностные лица должны производить инструктаж и мероприятия по отработке действий при экстренных и чрезвычайных ситуациях.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе был спроектирован и разработан технологический процесс механической обработки детали «Фреза насадная». Был выбран способ получения заготовки, разработан маршрутный технологический процесс изготовления детали. Было подобрано оборудование, режущий и измерительный инструмент, рассчитаны припуски на механическую обработку и режимы резания.

Спроектировано и рассчитано по всем параметрам станочное приспособление для отрезной операции и составлена схема его сборки.

Таким образом, можно подвести итог, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Фреза насадная» полностью работоспособен и отвечает всем требованиям современного производства.

Список использованных источников

1. Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков. Расчеты и конструкции / М. А. Ансеров. — 3-е изд., стер. — М. ; Л. : Машиностроение, 1966. — 652 с. : ил. — Библиогр.: с. 650.
2. Жуков Э.Л. и др. Технология машиностроения В 2-х кн. Кн. 2. Производство деталей машин. М. В.шк. 2003.
3. Кондаков А.И. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. М. 2012.
4. Лебедев В.А. и др. Технология машиностроения: проектирование технологии изготовления изделий. – Ростов-на-Дону. Феникс, 2008.
5. Михаевич Е.П. Технология машиностроения (пособие по курсовому проектированию) Томск, 2010.
6. Пешкевич М.Ф. Технология машиностроения. Курсовое и дипломное проектирование. Мн. 2010.
7. Попов А.А. и др. Обработка металлов резанием. Справочник технолога. М.М. 2004.
8. Радкевич Я.М. и др. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении. М. В.шк. 2004.
9. Серебrenицкий П.П. Краткий справочник технолога-машиностроителя. СПб. 2007.
10. Скворцов В.Ф. Основы технологии машиностроения. Томск, 2012.
11. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Томск, 2006.
12. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ под. Ред. Дальского А.М. и др. М. Машиностроение, - Т.1 и Т.2.
13. Султан-заде Н.М. и др. Технология машиностроения. Выпускная квалификационная работа для бакалавров. М. 2016.
14. Сысоев С.К. и др. Технология машиностроения. Проектирование

технологических процессов. СПб. 2011.

15. Видяев И.Г., Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина З.В. Креницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

16. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.

17. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.