

АННОТАЦИЯ

А.Е. Трохова. Разработка технологического процесса изготовления пальца с использованием прерывистого шлифования. Выпускная квалификационная работа. Тольяттинский Государственный Университет, 2017.

Объектом выпускной квалификационной работы является прерывистое шлифование, применяемое для детали «палец».

В первой части описано изготовление детали. Во второй части представлена сущность процесса обработки инструмента с прерывистой поверхностью. В третьей части разработка и применение инструмента с прерывистой поверхностью для своей детали. В четвертой части описана безопасность и экологичность технического объекта. В пятой части рассчитана экономическая эффективность для «пальца» в единичном производстве и среднесерийном.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 58 страниц, содержащей 16 таблиц, 5 рисунков и графической части, содержащей 7 листов.

ABSTRACT

The title of the graduation work is “Development of the Technological Process of Finger Production with the Use of Intermittent Grinding”.

The object of the graduation work is the intermittent grinding used for the manufacture of finger. Intermittent grinding which may be implemented with segmental wheels or vibration assistance makes it possible to reduce average force and temperature.

The first part considers the manufacture of the detail. The second part describes the essence of machining a tool with a discontinuous surface. In the third part the development and application of the tool with a discontinuous surface for detail manufacture is presented. The fourth part describes the safety and environmental friendliness of the technical facility. In the fifth part economic efficiency for the finger in single and medium-series production is calculated.

It can be concluded that the surface temperature during grinding by the intermittent wheel is reduced by approximately 30-40%.

The final qualifying work contains explanatory note on 58 pages, introduction, including 5 figures, 16 tables, the list of 25 references including 5 foreign sources and 9 appendices, and the graphic part on 7 A1 sheets.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	7
1.1 Анализ служебного назначения детали	7
1.2 Анализ технологичности детали	8
1.3 Анализ базового варианта технологического процесса.....	9
1.4 Цели и задачи работы. Изменение и усовершенствование технологического процесса.....	10
2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ	11
2.1 Процесс шлифования с прерывистой поверхностью шлифовального круга	11
2.2 Исследование нестационарного температурного поля	12
2.3 Методика расчета геометрических параметров прерывистых кругов ...	15
2.4 Выбор конструкции круга с прерывистой рабочей поверхностью	15
3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ	19
3.1 Определение типа производства	19
3.2 Выбор и обоснование исходной заготовки	20
3.3 Технологический маршрут и план обработки.....	21
3.4 Подбор средств технологического оснащения	25
3.5 Расчет припусков	27
3.6 Расчет режимов резания	27
4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ	32
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	32
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков	32
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	33
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производительно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов).....	35
4.4 Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности	38
4.5 Организационные мероприятия по предотвращению пожара	39

4.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта	40
4.7 Разработка мероприятий на снижение негативного воздействия на окружающую среду.....	41
4.8 Выводы по «Безопасности и экологичности технического объекта» выпускной работе.....	41
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ.....	42
5.1 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта.....	43
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	45
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	46
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	49

ВВЕДЕНИЕ

Главная задача машиностроительного производства в условиях рыночных отношений, является повышение производительности труда и качества, а также выпуск изделий, которые по своим характеристикам могли бы сравниться с лучшими образцами аналогичных изделий, изготавливаемых в настоящее время в мире. Для решения этой задачи применяют современные процессы производства изделий, а также усовершенствование существующих технологий за счет модернизации технологической оснастки и станочного оборудования.

С этой точки зрения тема данной квалификационной работы является актуальной, поскольку в работе рассмотрены вопросы повышения качества изготовления детали «Палец» путем модернизации существующего технологического процесса при переходе с единичного производства на среднесерийное, а также применение абразивного инструмента с прерывистой поверхностью в операции шлифования.

Повышение качества поверхности изделия обуславливает надежность закрепления шкива в узле редуктора и повышает срок его службы.

Предложенные в работе усовершенствования технологического процесса: 1) получение заготовки при помощи штамповки; 2) замена оборудования; 3) применение прерывистого шлифования, позволяют уменьшить металлоемкость изделия, снизить машинное время ряда операций и уменьшить нагрев при шлифовании.

1 ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ служебного назначения детали

1.1.1 Описание конструкции, анализ служебного назначения детали

Данная деталь «Палец» находится в узле сельскохозяйственных машин, предназначенный для установки шкива ременной передачи.

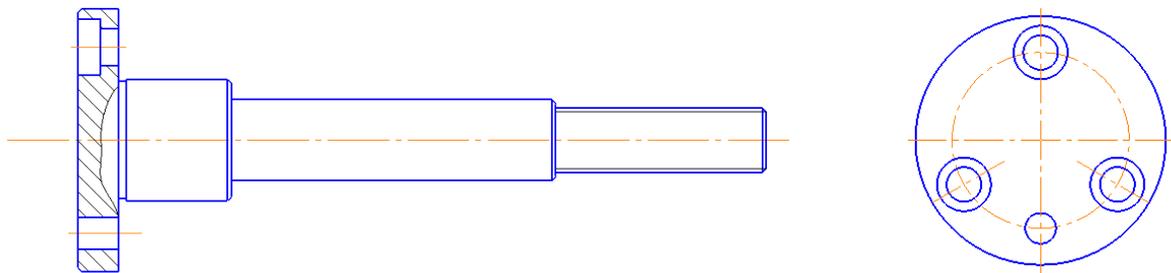


Рисунок 1.1 – Деталь «Палец»

1.1.2 Анализ материала детали

Материал детали «Палец» - Сталь 40х ГОСТ 4543-71

Химический состав стали 40Х, %:

- С, 0,36-0,44
- Si, 0,17-0,37
- Mn, 0,5-0,8
- Ni, до 0,3
- S, до 0,0035
- P, до 0,0035
- Cr, 0,8-1,1
- Cu, до 0,3

Механические свойства:

- $\sigma_{0,2}$ 780 МПа
- σ_B 980 МПа
- δ_5 10%
- Ψ 45%
- KCU 59 кДж/м²

1.1.3 Классификация поверхностей детали по служебному назначению

На рисунке 1.2 представлен эскиз детали с номерами поверхностей, а результаты классификации поверхностей занесены в таблицу 1.3.

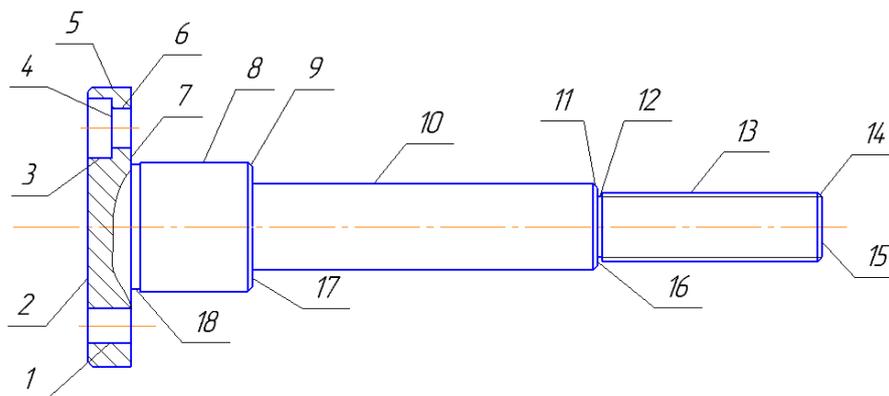


Рисунок 1.2 – Обозначение поверхностей детали

Классификация поверхностей детали:

Основная конструкторская база – 8;

Вспомогательная конструкторская база - 1,2,4,3,6,7,10,13;

Исполнительная поверхность - 7,8,13;

Свободные поверхности - 2,5,9,11,14,12,15,16,17,18

1.2 Анализ технологичности детали

Данная деталь – палец, изготовлена из стали 40Х ГОСТ 4543-71 в условиях среднесерийного производства. Коэффициент обрабатываемости материала – 0,7. Материал используется при производстве деталей повышенной прочности (валы, штоки, болты, рейки и т.д.). Сталь 40Х трудносвариваемая и склонна к отпускной хрупкости.

Конфигурация наружного контура детали не вызывает значительных трудностей при получении заготовки.

Данная деталь удовлетворяет всем техническим требованиям.

Деталь «палец» небольшого размера: самый большой диаметр детали 65мм, а длина его 170мм.

1.3 Анализ базового варианта технологического процесса

В таблице 1.1 представлен список операций базового варианта технологического процесса (единичное производство).

Таблица 1.1 – Технологический процесс изготовления «Пальца»

Номер опер.	Название опер.	Станок	Оснастка	РИ
1	2	3	4	5
005	Заготовительная			
010	Токарная (подрезание торцев)	16K20	Самоцентрирующий патрон	Резец подрезной T5K10
015	Токарная: 1. точение черновое	16K20	Самоцентрирующий патрон Плашкодержатель	Резец контурный T15K6
	2. точение чистовое			Резец контурный T15K6
	3.нарезание канавок			Канавочный резец
	4.точить фаски			Резец контурный T15K6
	5.нарезание резьбы			Плашка Ø16
020	Сверлильная	Вертикально сверлильный станок 2A150	Тиски, призмы	Сверло Ø8
				Сверло Ø9
				Зенкер Ø8
				Цековка
025	Закалка			
030	Кругло-шлифовальная	3M151	Поводковый патрон	Шлифовальный круг
035	Моечная			
040	Контрольная			

1.4 Цели и задачи работы. Изменение и усовершенствование технологического процесса

1.4.1 Недостатки базового техпроцесса

Недостатками такого ТП является:

- большой срез материала (т.к. в год производится 2 детали);
- обработка производится на универсальном станке устаревшими инструментами;
- нарезание резьбы в ручную (производительность детали не высокая);
- затрата времени на снятие-установку заготовку;
- низкая производительность из-за вспомогательного и операционного времени.

1.4.2 Цели и задачи работы.

Задачи, позволяющие предотвратить недостатки базового ТП:

- 1) спроектировать заготовку, полученную путем горячей штамповки;
- 2) назначить припуски на заготовку;
- 3) разработать технологический процесс;
- 4) выбрать оборудование, согласно типу производства;
- 5) спроектировать шлифовальный круг с прерывистой поверхностью

2 ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Процесс шлифования с прерывистой поверхностью шлифовального круга

Основываясь на исследованиях Поленова Константина Вячеславовича, принимаем: «Исследование тепловых явлений, возникающих в зоне контакта шлифовального круга с обрабатываемой деталью, показали, что предельное тепловое насыщение наступает не сразу. От момента начала процесса шлифования до установления предельного состояния имеется малый промежуток времени.

Если длительность нагрева элементарной площадки на поверхности детали будет меньше времени достижения теплового насыщения, то температура в зоне контакта не успеет подняться до своих максимальных значений и может быть ограничена. Ограничение температуры может быть обеспечено путем периодического возобновления и прерывания процесса нагрева, пока температура поверхности не достигла максимального критического значения.

Такой нестационарный тепловой режим шлифования дает возможность управления температурами в зоне контакта за счет периодического прерывания процесса шлифования. Прерывистость процесса абразивной обработки можно осуществить абразивно-алмазными инструментами, имеющими на рабочей поверхности ряд чередующихся выступов и впадин определенной протяженности. Длина выступа должна быть определена с учетом временной зависимости максимальной температуры и длительности процесса шлифования.» [1, 17]

2.2 Исследование нестационарного температурного поля

При постановке задачи примем тепловую схему (рисунок 2.1). По поверхности полубесконечного тела в положительном направлении оси z движется со скоростью v_D бесконечно длинный (при оси y) полосовой источник шириной $2h$. Ось x направлена внутрь тела. Начальная температура всюду равна нулю. С окружающей средой, имеющей нулевую температуру, происходит теплообмен. Плотность теплового потока изменяется со временем по некоторому закону. Требуется найти распределение температуры при $\tau > 0$.

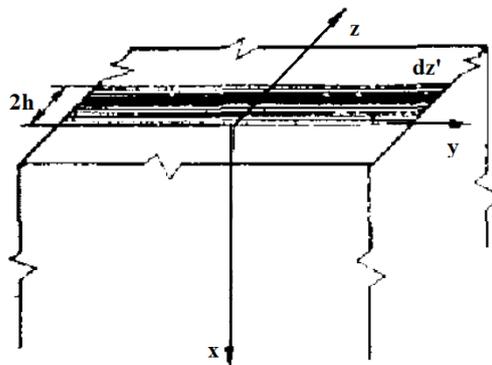


Рисунок 2.1 – Расчетная тепловая схема

Мгновенно действующий в момент времени τ' точечный источник, расположенный на поверхности в точках $0, y', z'$ при наличии теплообмена, описывается функцией Грина. Формула распределения температуры и полубесконечном массиве от точечного источника, мгновенно выделившего количества тепла Q , имеет вид:

$$\theta = \frac{2Q}{e\gamma[4\pi a \cdot \tau - \tau']^{1/2}} \cdot \exp \left[-\frac{R^2}{4a \cdot \tau - \tau'} - \frac{\alpha}{\lambda} \int_0^\infty \exp \left[-\frac{R_2^2}{4a \cdot \tau - \tau'} - \frac{\alpha}{\lambda} \cdot x'' \right] dx'' \right],$$

где $R^2 = x^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2$; $R_2^2 = (x - x'')^2 + (y - y')^2 + (z - z')^2$.

Допустим, что тепловые источники в пределах зоны контакта действуют непрерывно. Пусть $q(\tau')$ – мощность источников, отнесенная к

единичной площади. Количество тепла, выделяющегося в момент времени τ' за бесконечно малый промежуток времени $d\tau'$ на бесконечно малый площадке $dydz$ будет равно:

$$dQ = q \tau' dydzd\tau'. \quad (2)$$

Если тепловой источник движется в положительном направлении оси z со скоростью v_D и в начальный момент его середина совпадает с начальным отчета, то координаты точек области действия этого источника будут изменяться с течением времени в соответствии с неравенством:

$$-h + v_D\tau' < z' < h + v_D\tau', \quad (3)$$

После подстановки выражения (2) в уравнение (1) вместо Q и интегрирования его по x'', y'', z' с учетом неравенства (3) получено распределение температуры от движущегося полосового источника

$$\Theta = \frac{1}{2!} \frac{1}{\pi a} \int_0^\tau \exp \left[-\frac{x^2}{4a(\tau - \tau')} \right] \cdot \Phi_1(z_1, \tau - \tau') q \tau' M(x, \tau - \tau') \frac{d\tau'}{\tau - \tau'} \quad (4),$$

$$\text{Где } \Phi_1(z_1, \tau - \tau') = \operatorname{erf} \frac{z+h-v_D\tau'}{2 \sqrt{a(\tau - \tau')}} - \operatorname{erf} \frac{z-h-v_D\tau'}{2 \sqrt{a(\tau - \tau')}};$$

$$M(x_1, \tau - \tau') = 1 - \frac{a}{\lambda} \frac{1}{\pi a(\tau - \tau')} \cdot \exp \frac{b}{16a(\tau - \tau')} \cdot \left[1 - \operatorname{erf} \frac{b}{4 \sqrt{a(\tau - \tau')}} \right];$$

$$b = 4 \frac{a}{\lambda} a(\tau - \tau') + 2x; \operatorname{erf} z = \frac{2}{\pi} \int_0^z e^{-x^2} dx - \text{функция ошибок Гаусса.}$$

Для вычислений и анализа установившегося режима удобнее перейти к системе отсчета, связанной с движущимся источником. Это можно сделать, если заменить координату z в Φ_1 на $z + v_D\tau$. Тогда вместо функции Φ получим $\Phi(z_1, \tau - \tau') = \operatorname{erf} \frac{z+h+v_D(\tau - \tau')}{2 \sqrt{a(\tau - \tau')}} - \operatorname{erf} \frac{z+h+v_D(\tau - \tau')}{2 \sqrt{a(\tau - \tau')}}$. В этой записи координата z отсчитывается относительно системы, движущейся вместе с источником. Наконец, при переходе к безразмерным величинам, решение примет вид:

$$\Theta^* = \frac{1}{2} \frac{F_0}{\pi} \int_0^{\frac{F_0}{T}} \exp \left[-\frac{\chi}{4T} \right] \Phi(\xi, T) M(\chi, T) D(F_0 - T) \frac{dT}{T}, \quad (5)$$

$$\text{Где } \Theta^* = \frac{\lambda}{q_0 h} \cdot \Theta; \Phi_{\xi, T} = \operatorname{erf} \frac{\xi + uT + 1}{2 \bar{T}} - \operatorname{erf} \frac{\xi + uT - 1}{2 \bar{T}};$$

$$M_{\kappa, T} = 1 - B \frac{\overline{\pi T}}{\pi T} \cdot \exp \frac{2BT + \kappa^2}{4T} \left[1 - \operatorname{erf} \frac{2BT + \kappa}{2 \bar{T}} \right];$$

$$F_0 = \frac{a}{h^2} \tau; T = \frac{a}{h^2} \tau; u = \frac{v_{\Delta}}{a} h; B = \frac{\alpha}{\lambda} h; \xi = \frac{z}{h}; \kappa = \frac{x}{h}.$$

«Решение (5) описывает температурное поле от полосового источника в системе отсчета, движущейся вместе с источником. В формуле (5) функция $D(F_0 - T)$ определяет форму теплового импульса, а q_0 – его амплитудное значение.» [1]

«В случае шлифования сплошным кругом тепловой импульс будет непрерывным. Соответственно функция, задающая форму теплового импульса $D(F_0 - T) = 1$, и амплитуда q_0 определяет величину теплового потока в зоне резания.» [1]

При шлифовании прерывистым кругом тепловой импульс будет периодическим и функция $D(F_0 - T)$, отражающая его форму, может быть представлена в виде ряда Фурье. Однако опыт показывает, что при вычислении функции $D(F_0 - T)$ удобнее представить ее в виде неравенства

$$D(F_0 - T) = \begin{cases} f(F_0 - T) - R_1(1 + n)F_{0_1}, & \text{если } R_1 < \frac{F_0 - T}{F_{0_1} 1 - n} \leq R_1 + \frac{1}{1 + n}; \\ 0, & \text{если } R_1 + \frac{1}{1 + n} < \frac{F_0 - T}{F_{0_1} 1 - n} \leq R_1 + 1 \end{cases} \quad (6)$$

Где F_{0_1} – безразмерное время действия теплового импульса; $n = \frac{F_{0_2}}{F_{0_1}}$ – отношение времени прерывания F_{0_2} теплового импульса к времени его действия F_{0_1} ; R_1 – целая часть отношения $\frac{F_0 - T}{F_{0_1} 1 - n}$ (например, при $\frac{F_0 - T}{F_{0_1} 1 - n} = 2,5$ $R_1 = 2$). Функция f характеризует изменение теплового импульса за период его действия. Максимальное значение функции $f = 1$.

2.3 Методика расчета геометрических параметров прерывистых кругов

Для расчета геометрических параметров прерывистых кругов необходимо иметь следующие исходные данные: скорость v_d перемещения детали; глубину шлифования t ; диаметр круга d ; теплофизические константы обрабатываемого материала – теплопроводность λ , теплоемкость C , плотность γ .

Порядок расчета геометрических параметров кругов с прерывистой поверхностью:

1. Определить безразмерный параметр скорости $u = v_d h/a$.

Для плоского шлифования периферией круга $h = 0,5 \bar{d}t$

2. Задать требуемую степень понижения температуры, найти значения коэффициентов v_0, A, B . Отношение выбирается из условия $v_0 < v \leq 1$.

3. По формуле $F_{01} = \frac{v-v_0}{A+Bu}$, вычисляем критерий Фурье F_{01} , а по формулам $l_1 = h^2/a \cdot v_{кр} F_{01}$; $l_2 = v \cdot l_1$ ($v_{кр}$ – скорость периферии круга) находим параметры прерывистого круга.

Для уменьшения дисбаланса шлифовального круга число режущих выступов рекомендуется делать четным. С этой целью необходима корректировка расчетных величин $l_1 + l_2$ с выполнением условия $z = \frac{\pi d_{кр}}{l_1 + l_2}$, где z – целое четное число выступов круга, равное 4,6,8...

2.4 Выбор конструкции круга с прерывистой рабочей поверхностью

Промышленное изготовление кругов с прерывистой рабочей поверхностью может быть реализовано при условии проведения научно обоснованной унификации конструктивных элементов.

Из большого числа конструкций прерывистых кругов, создающих одинаковую степень понижения температуры, необходимо обработать такие конструкции, которые имеют наименьший размерный износ, обеспечивают

оптимальный теоретический цикл от пульсирующего теплового источника, а также необходимую точность, допускают наибольший диапазон изменения скоростей перемещения детали и исключают параметрический резонанс.

С увеличением $\nu = l_2/l_1$ размерный износ возрастает. Это означает, что из своего количества вариантов прерывистых кругов, обеспечивающих одинаковую теплонапряженность процесса, оптимальным по размерной стойкости будет круг с наименьшим ν .

На размерную стойкость кругов оказывает существенное влияние твердость связки. Также, связка кругов оказывает существенное влияние на их износостойкость. Например, у прерывистых алмазных кругов АПП ($l_1 = 21$ мм, $l_2 = 13$ мм) на бакелитовой связке Б1 удельный расход алмазов на 5 - 7% больше, а у прерывистых кругов на керамической К1 и металлической связках меньше соответственно на 5 и 15%, чем у обычных кругов АПП. При шлифовании твердого сплава торцом чашечного круга прерывистые алмазные круги даже на связке Б1 имеют удельный расход алмазов на 10 – 13% меньше, чем сплошные круги.

При шлифовании деталей кругами с прерывистой рабочей поверхностью наблюдаются колебания температур в установившемся режиме. Амплитуда изменения температур в зависимости от геометрических параметров кругов изменяется в широком диапазоне. Нестационарный термический процесс, сопровождающийся высокими скоростями нагрева и охлаждения, оказывает существенное влияние на структуру и эксплуатационные свойства поверхностных слоев материала деталей. Следовательно, динамика колебаний температур также должна учитываться при выборе геометрических параметров прерывистых кругов.

При шлифовании прерывистыми кругами с малой протяженностью режущих выступов и впадин каждая точка обрабатываемой поверхности подвергается многократному температурному воздействию. При шлифовании кругами с большой протяженностью режущих выступов и

впадин, наоборот, увеличивается размах колебаний тепловых импульсов и резко сокращается число циклов.

Процесс шлифования прерывистым кругом сопровождается малыми скоростями нагрева и охлаждения при сравнительно небольшой повторяемости цикла. Такой круг имеет большой размерный износ.

От конструктивного выполнения параметров прерывистых кругов зависят термический цикл, теплонапряженность процесса, износ кругов и их режущая способность. Например, можно существенно увеличить размерную стойкость прерывистых кругов, а также уменьшить теплонапряженность процесса за счет изготовления круга, напоминающего по форме вентилятор с радиальными пазми на торце. В этом случае круг-вентилятор направляет поток воздуха в зону шлифования, улучшая тем самым, условия стружкообразования и увеличивая долю тепла, уносимого воздушным потоком с поверхности детали.

Как указано в пункте 2.3 рассчитаем геометрические параметры круга:

v_d - скорость перемещения детали

h - полуширина теплового источника, для плоского шлифования $h = 0,5 \sqrt{\bar{d} \cdot t}$

a - Теплопроводность стали 40Х

d - диаметр круга

t - глубина резания

Режим обработки: $v_d = 0,2$ м/с, по расчетам $h = 1,7 \cdot 10^{-3}$ м, $d = 600$ мм, $a = 4 \cdot 10^{-6}$ м²/с, $v_{кр} = 30$ м/с.

Требуется определить геометрические параметры круга с прерывистой поверхностью, который должен за счет прерывания процесса до того момента, пока не произошло тепловое насыщение, уменьшить температуру по сравнению с процессом шлифования сплошным кругом на 30% ($P = 0,7$).

1. Определяем безразмерную скорость перемещения детали:

$$u = \frac{v_d h}{a} = \frac{0,2 \cdot 1,7 \cdot 10^{-3}}{4 \cdot 10^{-6}} = 85 \quad (7)$$

2. Из табл.5 находим коэффициенты $A = 4, B = 0,75 v_0 = 0,48$. С учетом размерной стойкости круга параметр $v = 0,65$.

$$F_{0_1} = \frac{v-v_0}{A+B \cdot u} = \frac{0,65-0,48}{4+0,75 \cdot 85} = 2,5 \cdot 10^{-3} \quad (9)$$

(безразмерное время действия теплового импульса)

$$l_1 = \frac{h^2}{a} \cdot v_{\text{кр}} F_{0_1} = \frac{2,89 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 10^{-6}} \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = 54 \text{ мм. ;}$$

$$l_2 = v \cdot l_1 = 54 \cdot 0,65 = 35 \text{ мм}$$

3. Определяем количество выступов:

$$z = \frac{\pi d_{\text{кр}}}{l_1 + l_2} = \frac{3,14 \cdot 600}{54 + 35} = 21,2 \quad (10)$$

Принимаем $z = 20$, производим корректировку геометрических параметров прерывистого круга l_1 длина выступа = 57,2 мм и l_2 длина паза = 37 мм. Глубину паза принимаем 10 мм, при увеличении глубины паза возрастает размерный износ и возможность разрушения.

3 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

3.1 Определение типа производства

Выбор типа производства зависит от массы детали, коэффициента закрепления ($K_{з.о}$ в соответствии с ГОСТ 3.1121–84) и годовой программы выпуска. Различают несколько типов производства:

- Единичное ($K_{з.о}$ – не регламентируется)
- Мелкосерийное ($20 < K_{з.о} < 40$)
- Среднесерийное ($10 < K_{з.о} < 20$)
- Крупносерийное массовое ($1 < K_{з.о} < 10$)

3.1.1 Определение массы и годовой программы выпуска детали

Годовая программа выпуска деталей (N) зависит от сменности работы на предприятии, количества рабочих дней в году и трудоемкости изготовления одной детали. В данном случае годовая программа выпуска $N = 10000$ деталей/год.

Массу детали находим по формуле:

$$m = \rho \cdot V = \rho \cdot 0,785 \cdot D^2 \cdot H = 0,71 \text{ кг.}, \quad (11)$$

По заданной годовой программе выпуска деталей и массе, упрощенно принимаем среднесерийный тип производства по таблице 4 [Козлов, с.10], где коэффициент закрепления $10 < K_{з.о} < 20$. Среднесерийному типу производства соответствуют:

- групповая переменнo–поточная форма организации ТП;
- расстановка оборудования по типам станков.

3.2 Выбор и обоснование исходной заготовки

3.2.1 Выбор вариантов исходной заготовки

В качестве метода получения заготовки детали применяем штамповку на горячих штампах с использованием конструкционной легированной стали, что позволяет получить поверхность с шероховатостью Ra от 10 до 2,5 мкм и точностью 13-14 кв.

3.2.1 Выбора метода получения заготовки

Находим массу заготовки для горячей штамповки:

$$m = m_d \cdot K_p = 0,71 \cdot 1,3 = 0,923 \text{ кг.}, \quad (12)$$

Размеры заготовки представлены на рисунке.

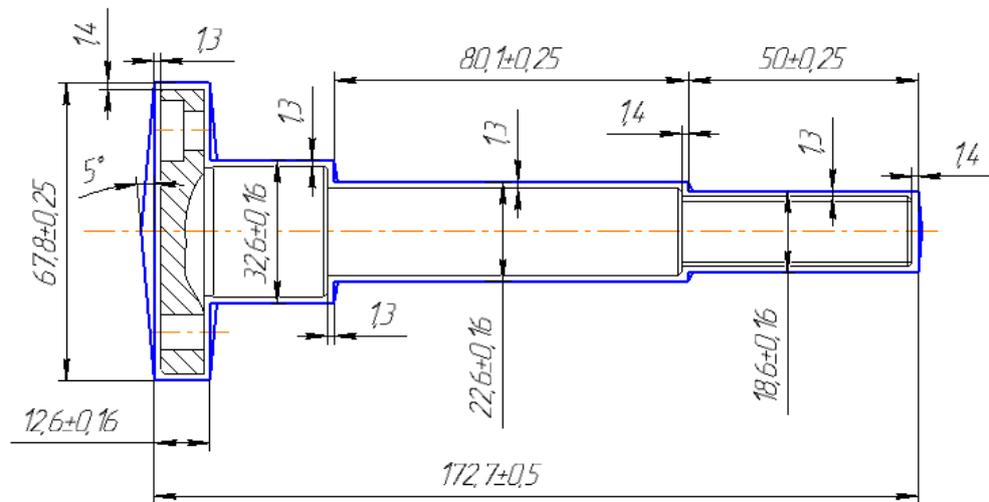


Рисунок 3.1 – Размеры заготовки

Размеры штамповки:

$$\varnothing 65 + 1,4 \cdot 2 = 67,8 \text{ мм;}$$

$$L_1 = 170 + 1,3 + 1,4 = 172,7 \text{ мм;}$$

$$\varnothing 30 + 1,3 \cdot 2 = 32,6 \text{ мм;}$$

$$L_2 = 10 + 1,3 + 1,3 = 12,6 \text{ мм;}$$

$$\varnothing 20 + 1,3 \cdot 2 = 22,6 \text{ мм;}$$

$$L_3 = 80 - 1,3 + 1,4 = 80,1 \text{ мм;}$$

$$\varnothing 16 + 1,3 \cdot 2 = 18,6 \text{ мм}$$

$$L_4 = 50 - 1,4 + 1,4 = 50 \text{ мм}$$

Наружные уклоны - 5°.

3.3 Технологический маршрут и план обработки

3.3.1 Выбор методов обработки поверхностей

В зависимости от обрабатываемой поверхности, вида заготовки, материала детали, коэффициента трудоемкости, шероховатости и точности поверхности выбираем маршрут обработки детали. Выбранные технологические переходы представлены в таблице 3.1

Таблица 3.1 – Разработка технологического перехода изготовления детали

№	Тип	Габариты, мм	IT	Ra	
1	2	3	4	5	6
1	О	8	11	6,3	С – 3
2	П	10	12	12,5	T _{черн}
3	О	14	12	12,5	3 – Ц
4	П	5,5	12	12,5	3 – Ц
5	Ц	65	12	12,5	T _{черн}
6	О	9	12	12,5	С
7	П	10	9	2,5	T _{черн} , T _{чист}
8	Ц	30	9	1,25	T _{черн} , T _{чист} , Ш
9	Ф	1×45°	12	12,5	T _{черн}
10	Ц	20	9	1,25	T _{черн} , T _{чист} , Ш
11	Ф	1×45°	12	12,5	T _{черн}
12	ЦН	15	12	12,5	T _{черн}
13	Р	16	-	3,2	T _{черн} , T _{чист} , Р
14	Ф	1×45°	12	12,5	T _{черн}
15	П	50	12	12,5	T _{черн}
16	П	80	11	6,3	T _{черн} , T _{чист}
17	П	30	11	6,3	T _{черн} , T _{чист}
18	П	29	12	12,5	T _{черн} , T _{чист}

Обозначения:

T_{черн} – точение черновое;

T_{чист} – точение чистовое;

С – сверление;

Р – нарезание резьбы;

Ц – цекование;

ТО – закалка;

Ш – шлифование;

З – зенкерование.

3.3.1 Технологический маршрут обработки детали

В таблице 3.2 представлена разработка технологического маршрута обработки детали.

Таблица 3.2 – Разработка технологического маршрута

№	Наименование	Оборудование	IT	Ra	Содержание переходов
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная				
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный МР-76АМ	12	12,5	Ф(1), Ф(10)
010	Токарная	Токарно-винторезный 16К20Ф3	12	12,5	T _{черн} 11 , T _{черн} 12 , T _{черн} 9 , T _{черн} 10 , T _{черн} 7 , T _{черн} 8 , T _{черн} 5 , T _{черн} 6 , T _{черн} 4 , T _{черн} 3 .
			10	2,5	T _{чист} 9 , T _{чист} 7 , T _{чист} 4 .
015	Сверлильная	Вертикально-сверлильный	12	12,5	С 14 , С 17 , Ц 15 ,

Продолжение таблицы 3.2

1	2	3	4	5	6
		2P135Ф2			3 14 .
020	ТО				
025	Шлифовальная	Кругло-шлифовальный	9	1,25	Ш 4 , Ш 7 .
030	Моечная				
035	Контрольная				

3.3.2 План обработки

План обработки детали «Палец» представлен в графической части выпускной квалификационной работы. В таблице 3.3 представлено краткое описание плана обработки детали «Палец».

Таблица 3.3 – Краткое описание плана обработки детали

№	Название операции	Описание плана обработки детали
1	2	3
000	Заготовительная	Штамповка
005	Фрезерно-центровальная	Фрезеруются торцы – 2,10. Центровочные отверстия.
010	Токарная	1. Точение черновое поверхностей - 4,7,9. Подрезка торцов – 3,10,11,12. Контурным резцом ГОСТ-20872-80 со сменной пластиной T15K6. 2. Точение чистовое поверхностей - 4,7,9. Подрезка торцов – 3,11,12. Контурным резцом ГОСТ-20872-80 со сменной пластиной T15K6.
		Одновременно осуществляется точение фасок – 13,14,15. 3. Точение канавок – 16,17 канавочным резцом

Продолжение таблицы 3.3

1	2	3
		<p>ГОСТ 18885-73.</p> <p>4. Нарезание резьбы резьбовым резцом Т15К6 для наружной резьбы ГОСТ 18885-73.</p> <p>Установ А.</p> <p>1. Точение черновое поверхности - 5. Подрезка торца - 2.</p> <p>Контурным резцом ГОСТ-20872-80 со сменной пластиной Т15К6.</p> <p>Установ Б</p>
015	Сверлильная	<p>1.Сверлить три отверстия сквозных $\varnothing 9$ - .</p> <p>Сверлом Р6М5 ГОСТ 10903-77.</p> <p>2.Сверлить отверстие сквозное $\varnothing 8$ - .</p> <p>Сверлом Р6М5 ГОСТ 10903-77.</p> <p>3.Цековать отверстие $\varnothing 14$ на глубину 5,5 мм - .</p> <p>Цековка Р6М5 ГОСТ 26258-87.</p> <p>4.Зенкеровать отверстие –</p> <p>Зенкер $\varnothing 8$ мм ГОСТ 12489-71</p>
020	ТО	Закалка
025	Шлифовальная	<p>Шлифовать поверхность – 7,4.</p> <p>Шлифовальным кругом прямого типа с прерывистой поверхностью 600×20×200 25А.</p>
030	Моечная	
035	Контрольная	

3.4 Подбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения выбирали по справочнику технолога-машиностроителя А.Г. Косилова т.2. Выбор станка указан в таблице 3.2.

3.4.1 Подбор приспособлений

Для выбранного оборудования подбираем приспособления. Выбор приспособления представлен в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Выбор приспособления

№ оп.	Наименование операции	Приспособления
1	2	3
005	Фрезерно-центровальная	УНП с призмами ГОСТ 12195-66
010	Токарная	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, инструментальная головка
015	Сверлильная	Револьверная головка, УНП с призмами ГОСТ 12195-66
025	Шлифовальная	Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80, центр вращающийся ГОСТ 8742-75

3.4.2 Подбор режущего инструмента

Выбор режущего инструмента представлен в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Выбор режущего инструмента

№ оп.	Наименование операции	Режущий инструмент	Контрольный инструмент
1	2	3	4
005	Фрезерно-		

Продолжение таблицы 3.5

1	2	3	4
	центровальная		
010	Токарная	<p>Резец токарный сборный для контурного точения с пластиной из твердого сплава, ГОСТ 20872-80</p> <p>Резец токарный канавочный, ГОСТ 18885-73</p> <p>Резец токарный для нарезания резьбы, ГОСТ 18885-73</p> <p>Пластина 3-х гранная, Т15К6</p>	<p>Калибр-скоба ГОСТ 18355-73</p> <p>Шаблон ГОСТ 2534-79</p>
015	Сверлильная	<p>Спиральное сверло с конических хвостовиком $\varnothing 9$, Р6М5 ГОСТ 10903-77</p> <p>Спиральное сверло с конических хвостовиком $\varnothing 8$, Р6М5 ГОСТ 10903-77</p> <p>Зенкер $\varnothing 8$ мм ГОСТ 12489-71</p> <p>Цековки цилиндрические для обработки опорных поверхностей под крепежные детали ГОСТ 26258-87</p>	
025	Шлифовальная	Шлифовальный круг прямого типа с прерывистой поверхностью 600×20×200 25А	<p>Индикатор ИЧ 0-10-0,01</p> <p>ГОСТ 577-68,</p> <p>Микрометр типа МЗ-0-25-0,05, ГОСТ 650760</p>

3.5 Расчет припусков

Расчет припусков на механическую обработку производится расчетно-аналитическим методом и по таблицам. Для данной работы применяем расчет припусков по таблицам, применяя методику описанную в «Курсовом проектировании по технологии машиностроения» А.Ф.Горбацевич, В.А.Шкред. В таблице показан расчет припусков для точения и шлифования цилиндрических поверхностей 3.6.

Таблица 3.6 – Расчет припусков

Расчет для Ø30									
№пер.	Элементы припуска				ТА	z		d	
	R _z	T	Δw	E _γ		min	max	min	max
заготовка	150	200	340		0,5			31,942	32,442
Черновая	50	50	20	90	0,15	1404	1754	30,538	30,688
Чистовая	30	30	12	30	0,1	272	422	30,166	30,266
Шлифов	10	20	7	30	0,021	187	266	29,979	30
Расчет для Ø20									
заготовка	150	200	34		0,5			21,942	22,442
Черновая	50	50	20	90	0,15	1404	1754	20,538	20,688
Чистовая	30	30	12	30	0,1	272	422	20,166	20,266
Шлифов	10	20	7	30	0,021	187	266	19,979	20

3.6 Расчет режимов резания

Рассчитаем режимы резания для 2-х операций: операция 010 – Токарная (чистовая, черновая); операция 025 – Шлифовальная.

Расчет режимов резания будем производить аналитическим методом по справочнику технолога-машиностроителя А.Г. Косилова [5].

Исходные данные:

- Деталь «палец»;
- Материал детали сталь 40Х, ;

- Заготовка – штамповка;

I. Операция 010 Токарная:

- Обработка - точение черное, чистовое, точение канавок и фасок, нарезание резьбы;
- Модель станка – 16К20Ф3;
- Мощность электродвигателя – 7,5 кВт;

II. Операция 025 Шлифовальная:

- Обработка – шлифование;
- Модель станка – 2Р135Ф2;
- мощность электродвигателя – 3,7 кВт.

3.6.1 Расчет режимов резания на токарную операцию

Для расчетов режимов резания используем справочник технолога-машиностроителя А.Г.Касиловой том 2 [7].

- I. Для наружного продольного и поперечного точения скорость резания находят по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (13)$$

где T – стойкость инструмента, мин; t – снимаемый припуск (из расчета в пункте 3,5 находим $z_{ср}$, что и является t) мм; S – подача, мм/об; K_v – поправочный коэффициент, который находится по формуле (9);

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (14)$$

где K_{mv} , K_{nv} , K_{iv} , – коэффициенты, отвечающие за качество обрабатываемого материала, поверхности и материала инструмента.

- Для черногого точения: $C_v = 420$, $x = 0,15$, $y = 0,20$, $m = 0,20$;
 $K_{mv} = 1$, $K_{nv} = 0,8$ (при черновой обработке), $K_{iv} = 1$; $T = 240$;

- Для чистового точения: $C_v = 350, x = 0,15, y = 0,35, m = 0,20;$
 $K_{mv} = 1, K_{nv} = 1$ (при чистовой обработке), $K_{ив} = 1; T = 240.$

По расчетам получили: $v_{черн} = 143$ м/мин, $v_{чист} = 161$ м/мин.

Для расчета силы резания:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot v^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (15)$$

где K_p - поправочный коэффициент, который находится по формуле (11):

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (16)$$

$C_p = 300, x = 0,15, y = 0,75, n = -0,15; K_p = 0,979.$ После подстановки значений в формулы и , получили: $P_{z_{черн}} = 566$ Н и $P_{z_{чист}} = 689$ Н.

Для расчета мощности резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}, \text{ кВт} \quad (17)$$

После подстановки значений получаем $N_{черн} = 1,2$ кВт и $N_{чист} = 1,8$ кВт.

II. Для нарезания наружной резьбы при помощи резьбового резца:

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T^{m \cdot s \cdot y}} \cdot K_v, \text{ м/мин} \quad (18)$$

где i – число рабочих ходов, $C_v = 244, x = 0,23, y = 0,30, m = 0,20,$

$i = 2, K_v = 0,6.$ После подстановки: $v = 34$ м/мин.

Для расчета силы резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^n} \cdot K_v, \text{ Н} \quad (19)$$

$C_p = 148, x = -, y = 1,7, n = 0,71;$ после подстановки: $P_z = 770$ Н.

III. Для точения канавок:

При точении канавок канавочным резцом твердого сплава скорость резания 150-180 м/мин, и подача 0,07-0,1 мм/об, $t = 0,5$ мм. Сила резания находим также по формуле 14 и получаем: $P_z = 432$ Н, и мощность по формуле 12: $N = 1,27$ кВт.

3.6.2 Расчет режимов резания на шлифовальную операцию

Для расчета режимов резания на шлифовальную операцию устанавливают характеристики инструмента:

- Скорость шлифовального круга - $v_k = 30$ м/с;
- Скорость заготовки - $v_3 = 15$ м/мин;
- Глубина шлифования – 0,02 мм;
- Подача – (0,3-0,7)В, где В - ширина шлифовального круга.

Находим эффективную мощность по формуле :

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q, \text{ кВт} \quad (20)$$

где d – диаметр шлифования, $C_N = 22$, $r = 0,5$, $x = 0,5$, $y = 0,55$.

После подстановки получаем: $N = 4,3$ кВт.

3.6.3 Расчет технической нормы времени

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{тех} + T_{орг} + T_{отд}, \quad (21)$$

где T_o - основное время, T_v - вспомогательное время, $T_{тех}$ - время обслуживания, $T_{орг}$ - время организационного обслуживания, $T_{отд}$ - время на перерыв и отдых. По формуле 17 находим вспомогательное время:

$$T_v = T_{ус} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}, \quad (22)$$

где $T_{ус}$ - время на установку и снятие детали, мин; $T_{зо}$ – время на закрепление и открепление детали, мин; $T_{уп}$ – время на приемы управления, мин; $T_{из}$ – время на измерение детали, мин.

Все необходимые данные выбираем по книге А.Ф. Горбачевич «Курсовое проектирование по технологии машиностроения» [7]. На основании приведенных формул заполним таблицу 3.7.

Таблица 3.7 – Сводная таблица для нормы времени

№	Название	T_0	T_B	$T_{опер}$	$T_{об.от}$	$T_{п-з}$	$T_{шт.}$	n	$T_{шт.к}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	Токарная черновая	0,424	0,16	0,584	0,035	17	0,631	236	0,337
	Токарная чистовая	0,282	0,19	0,472	0,028	17	0,509		0,424
	Нарезание резьбы	0,47	0,20	0,670	0,047	22	0,851		0,423
025	Шлифовал.	0,52	0,20	0,720	0,043	14	0,776		0,388

4 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Технический объект выпускной квалификационной работы характеризуется прилагаемым технологическим паспортом, приведенный в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станка с ЧПУ	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Металл, СОЖ
2	Торце-круглое шлифование	Торце-круглошлифовальная операция	Шлифовщик	Торце-круглошлифовальный станок	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Выполненные идентификации профессиональных рисков, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Токарная операция	Движение станка, передняя и задняя бабка, суппорт, передвигающиеся инструменты; «фиброгенное воздействие (пыль и загазованность); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ), острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования» [4]	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3
2	Торце-круглошлифовальная операция	Движение станка, передняя и задняя бабка, суппорт, передвигающиеся инструменты; «фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль); повышенный уровень шума на рабочем месте, повышенный уровень вибрации, токсические, раздражающие (СОЖ)» [4]	Торце-круглошлифовальный станок

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Профессиональный риск - это вероятность причинения вреда здоровью работнику, при исполнении обязанностей, согласно трудовому кодексу, и воздействия на него вредных или опасных производственных факторов.

Методы и средства по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов при эксплуатации оборудования представлены в таблице 4.3

Таблица 4.3 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредные или опасные производственные факторы	Методы и средства защиты и снижения опасного или вредного фактора	Средства защиты работника
1	2	3	4
1	Движение станка	Соблюдение правил безопасности	Каска защитная, очки защитные
2	Подвижные части: передняя и задняя бабка, суппорт, придвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Каска защитная, очки защитные
3	«Фиброгенное воздействие (пыль и загазованность, абразивная стружка, металлическая пыль)» [4]	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор
4	Высокий уровень шума, повышенный уровень вибраций	«Наладка оборудования, увеличение жесткости оборудования для уменьшения резонансных колебаний, использование материалов способных поглощать колебания» [4]	Противошумные наушники, вкладыши, шлемы
5	Шероховатости и острые кромки на обработанных деталях	Притупление острых кромок на токарных операциях	Перчатки, рукавицы, напальчники

4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производительно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

«Проводится идентификация источников потенциального возникновения класса пожара и выявленных опасных факторов пожара, с последующей разработкой технических средств и/или организационных методов по обеспечению (улучшению) пожарной безопасности технического объекта (производственно-технологического и инженерно-технического оборудования, произведенной продукции, используемых сырьевых материалов). Должны быть указаны реализующиеся пожаробезопасные характеристики произведенных технических объектов в процессах их эксплуатации (хранения, конечной утилизации по завершению жизненного цикла).» [5, 15]

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

«Пожары классифицируются по виду горючего материала и подразделяются на следующие классы:

1. пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов (А);
2. пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В);
3. пожары, связанные с воспламенением и горением газов (С);
4. пожары, связанные с воспламенением и горением металлов (D);
5. пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением (Е);
6. пожары радиоактивных веществ материалов и радиоактивных отходов (F).

К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и материальное имущество, относятся:

1. пламя и искры;
2. тепловой поток;
3. повышенная температура окружающей среды;
4. повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения;
5. пониженная концентрация кислорода;
6. снижение видимости в дыму (в задымленных пространственных зонах).» [5, 17]

«К сопутствующим проявлениям опасных факторов пожара относятся:

1. образующиеся в процессе пожара осколочные фрагменты, крупногабаритные части разрушившихся строительных зданий, инженерных сооружений, транспортных средств, энергетического оборудования, технологических установок, производственного и инженерно-технического оборудования, агрегатов и трубопроводных систем нефте-газо-амиакопроводов, произведенной и/или хранящейся продукции и материалов и иного имущества;
2. образующиеся радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных пожаром технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества горящего технического объекта;
3. вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества;
4. опасные факторы взрыва возникающие вследствие происшедшего пожара;
5. негативные термохимические воздействия, используемых при пожаре огнетушащих веществ, на предметы и людей.» [5, 18]

По результатам выполненной идентификации опасных факторов пожара оформляется таблица 4.4.

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожарная

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок лезвийной обработки	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества. Воздействие огнетушащих веществ
2	Участок абразивной обработки	Торце-круглошлифовальный станок	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и -

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
					ино го имуще ства. Воздей ствие огнету шащих веще ств

4.4 Разработка мероприятий по обеспечению пожарной безопасности

Подобранные эффективные организационно-технические методы и технические средства, предпринятые для защиты от пожара, представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства по пожаротушению	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент	Пожарная сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, внутренние пожарные краны, ящики с песком	«Пожарные автомобили и пожарные лестницы»	Оборудование для пенного пожаротушения	«Приборы приемно-контрольные пожарные, технические	Напорные пожарные рукава, рукавные разве-	Веревки пожарные, кабины пожарные, респираторы,	Ломы, багры, топоры и лопаты и комплект диэле-	Автоматические извещатели

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
	[6]		средства оповещения и управления эвакуацией» [6]	твления	противогазы	ктрический	

4.5 Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Разработаны организационные мероприятия по предотвращению возникновения пожара или опасных факторов способствующих возникновению пожара, представленные в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
1	2	3
Токарня операция Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16K20Ф3	Правильная эксплуатация оборудования, хранение отходов (стружки) в специально отведенном месте, проводить инструктаж для работников цеха.	«Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволённых местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре» [6]

4.6 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого

технического объекта

При определении уровня вредных экологических факторов, которые возникают при изготовлении, транспортировке или при эксплуатации, или утилизации, были разработаны мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду. Такие мероприятия представлены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 –Определение вредных экологических факторов

Название технологического процесса	Структурные составляющие технического процесса и/или объекта, (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических операций, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического процесса на литосферу (почву, растительный покров, недра, образование отходов)
1	2	3	4	5
Токаря операция	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф3	Стружка и выделение СОЖ	Взвешанные вещества и нефтепродукты	Большая часть отходов должна храниться в специально отведенном месте (металлические контейнеры)

4.7 Разработка мероприятий на снижение негативного воздействия на окружающую среду

По результатам разработки мероприятий, согласно действующим требованиям нормативного инструмента, была составлена таблица 4.8.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия (дополнительные и/или альтернативные)

Наименование технического объекта	Точение
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизацию фильтрующих элементов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдать условия хранения и транспортировки отходов, переплавка стружки

4.8 Выводы по «Безопасности и экологичности технического объекта» выпускной работе

Рассмотрены характеристика процесса изготовления пальца, с использованием технических операций точения и шлифования. Были определены профессиональные риски и предложены методы их снижения. Предложены мероприятия по обеспечению пожарной безопасности и экологической безопасности.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

В данной выпускной работе разрабатывается технологический процесс пальца с применением прерывистого шлифования. В связи с тем, что поменялся тип производства с единичного на среднесерийное, поменялись тип получения заготовки, станочные приспособления и инструменты.

Экономический расчет ведется в сравнении технологических процессов: единичное производство – базовый (представленный в разделе 1 таблица 1.4), среднесерийное производство – проектный (представленный в разделе 3 таблица 3.3). Краткое описание проектируемого технологического процесса представляет собой использование станков с ЧПУ с соответствующим необходимым режущим инструментом и оснасткой.

Заготовкой в единичном производстве является пруток, а в среднесерийном производстве – штамповка, что позволяет уменьшить объем срезанного материала, как показано на рисунке 5.1.

№		Пруток	Штамповка
1	Масса заготовки	3,76	0,92
2	Масса детали	0,71	0,71

Рисунок 5.1 – Сравнение базового и проектного получения заготовки (приведенные цифры на рисунке обозначены в кг).

Для расчетов экономической эффективности используем методичку «Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела» Н.В.Зубкова [17].

Расчет калькуляционной себестоимости обработки детали возьмем из методички Н.В.Зубкова [17]:

Рассчитав по формулам для базового и проектного варианта, получили, что полная себестоимость базового составила 558,21 рублей, а себестоимость проектного составила 152 рубля.

После расчета полной себестоимости находим полные затраты по формулам:

« 1. Приведенные затраты на единицу детали: »

$$З_{\text{ПР.ЕД}} = C_{\text{ПОЛ}} + E_{\text{Н}} \cdot K_{\text{УД}} \quad (31)$$

« 2. Годовые приведенные затраты: »

$$З_{\text{ПР.ГОД}} = З_{\text{ПР.ЕД}} \cdot П_{\text{Г}} \quad (32)$$

После подстановки значений в формулы 31 и 32 получилось, что годовые приведенные затраты на базовый составили 575300 рублей, а на проектный 169700 рублей.

5.1 Расчет показателей экономической эффективности проектируемого варианта

5.1.1. Ожидаемая прибыль (условно-годовая экономия) от снижения себестоимости обработки детали:

$$P_{\text{ож}} = \mathcal{E}_{\text{уг}} = C_{\text{ПОЛ(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛ(ПР)}} \cdot П_{\text{Г}}, \quad (23)$$

где $C_{\text{ПОЛ(БАЗ)}}$, $C_{\text{ПОЛ(ПР)}}$ – полная себестоимость изготовления единицы детали, соответственно по базовому и проектному вариантам. Подставив в формулу 23, получим $P_{\text{ож}} = 405600$ рублей.

5.1.2 Налог на прибыль

$$N_{\text{ПРИБ}} = P_{\text{ож}} \cdot K_{\text{НАЛ}}, \quad (24)$$

где $K_{\text{НАЛ}}$ – коэффициент налогообложения прибыли. Получим налог – 81120 рублей.

5.1.3. Чистая ожидаемая прибыль

$$P_{\text{ЧИСТ}} = P_{\text{ОЖ}} - N_{\text{ПРИБ}}, \quad (25)$$

Подставив получившиеся значения из формул 23 и 24, получаем ожидаемую чистую прибыль – 324480 рублей.

5.1.4 Срок окупаемости

$$T_{\text{ОК}} = \frac{K_{\text{ОБЩ}}}{P_{\text{ЧИСТ}}} + 1 = \frac{597261}{324480} \approx 3 \text{ года} \quad (26)$$

Ожидаемое время окупаемости инвестиций по расчетам получилось три года.

Основываясь, на полученных результатах мы делаем вывод об эффективности проекта так, как чистый дисконтированный доход является положительной величиной, что является основой.

5.1.5 Определение экономической эффективности

Ожидаемая за 3 года общая чистая прибыль составит:

$$D_{\text{ОБЩ,ДИСК}} = P_{\text{ЧИСТ}} \cdot 0,87 + 0,756 + 0,658 = 741112 \text{ рублей} \quad (27)$$

Интегральный экономический доход составляет:

$$Э_{\text{ИНТ}} = D_{\text{ОБЩ,ДИСК}} - K_{\text{ОБЩ}} = 143851 \text{ рублей} \quad (28)$$

Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат, из этого следует что выпускная работа эффективна, поэтому определяем индекс доходности:

$$ИД = \frac{D_{\text{ОБЩ,ДИСК}}}{K_{\text{ОБЩ}}} = 1,24$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении данной выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

- определены геометрические параметры шлифовального круга с прерывистой поверхностью;
- разработан новый технологический процесс изготовления пальца;
- спроектирована наладка на операции 010 токарная и 025 шлифовальная;
- рассчитана заготовка штамповки;
- выбраны средства технологического оснащения;
- рассчитаны режимы резания, нормы времени;
- проведен расчет экономической эффективности разработки.

Внесенные изменения позволяют снизить себестоимость изготовления детали. Чистый доход составит 143851 рублей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Поленов К.В. Повышение эффективности внутреннего шлифования колец подшипников на жестких опорах. Диссертация – Москва, 2000, 203

2 Козлов А.А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А.А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

3 Расторгуев Д.А. Разработка технологической операции: схема базирования и расчет припуска : учеб.-метод. пособие по выполнению контрольной работы по дисциплине «Основы технологии машиностроения» для студентов спец. 151001 заочн. формы обучения / Д.А. Расторгуев. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 36с

4 Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 140 с.

5 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М. : Машиностроение, 1985 – 496 с.

6 Звонцов, И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.

7 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М. : – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.

8 Козлов А.А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А.А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". -

Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

9 Постановления Госстандарта РФ от 26.12.1994 №367 (ред. от 19.06.2012) О принятии и введении в действие Общероссийского классификатора профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов ОК 016-94

10 Введен в действие приказом Росстандарта от 09.06.2016 №602-ст «ГОСТ 12.0.003-2015. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

11 Постановление правительства Российской Федерации от 26 июня 2013 № 536 «Об Организации и осуществлении производственного контроля за соблюдением требований промышленной безопасности на опасном производственном объекте»

12 Постановление правительства Российской Федерации от 21 декабря 1994 №69-ФЗ «О пожарной безопасности»

13 Федеральный закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

14 «О введение в действие водного кодекса Российской Федерации» от 03.06.2006 №73-ФЗ // Справочно-правовая система «Консультант – Плюс» [Электронный ресурс] / Компания «Консультант – Плюс»

15 «О введение в действие земельного кодекса Российской Федерации» от 03.07.2016 №137-ФЗ

16 Федеральный закон от 04.05.1999 №96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»

17 Зубкова Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». – ТГУ. – Тольятти : ТГУ, 2012. - 73 с.

18 Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. И доп. – М. :

Машиностроение, 1986 – 656 с.

19 Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.

20 Косов, Н.П. Технологическая оснастка: вопросы и ответы: Учебное пособие для вузов. [Электронный ресурс] / Н.П. Косов, А.Н. Исаев, А.Г. Схиртладзе. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 304 с.

21 Wheel wear during intermittent grinding, 2013, Michele H. Miller and Xiaorui Fan, 4 pages,

(http://www.aspe.net/publications/Annual_2006/POSTERS/5PROCESS/1GRIND/2020.PDF)

22 A three-dimensional model for the surface texture in surface grinding, part 2: Grinding wheel surface texture model, 2011, Salisbury, Domala, Miller, 9 pages,

(http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=W2XoabZ19CWYE7ZQpzw&page=1&doc=1)

23 Diamond grinding wheels production study with the use of the finite element method, 2016, Kundrak, Fedorovich, 7 pages,

(http://apps.webofknowledge.com/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=6&SID=W2XoabZ19CWYE7ZQpzw&page=1&doc=1)

24 Modelling of the grinding wheel structure depending on the volumetric Composition, 2016, Fritz Klocke, 7 pages,

(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827116302530>)

25 Grinding process, 2015, Zhen Bing Hou, Ranga Komanduri, 9 pages,

(http://masters.donntu.org/2006/mech/kulgavyy/library/on_the_mechanics_of_the_grinding_process.pdf)

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Маршрутная карта технологического процесса

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Операционная карта

Дубл.	Взам.	Подп.											3	1
			Палец											025
Наименование операции			Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль, разм.,		МЗ	КОИД	
XXXX Токарная			40X ГОСТ 4543-71			46-55 HRC		166	0,71	65x170		0,92	1	
Оборудование; устройство ЧПУ			Обозначение программы			To	Tв	Tпз	Tшт	Сож				
16K20Ф3						0,876	0,71	17	2,491					
P	Содержание перехода			To	D или B	L	t	i	S	n	V			
01	1. Установить заготовку													
T02	396110 Патрон трехкулачковый ГОСТ 2675-80; 396110 Неподвижный упор ГОСТ 18740-80													
O03	2. Точить поверхности начерно 3,4,5,6,7,8,9,10,12,													
P04	392110 Контурный резец ГОСТ 20872-80; 393610 Шаблон			0,424			1		0,3	1800	143			
O5	3. Точить поверхности начисто 4,7,9													
O6	392110 Контурный резец ГОСТ 20872-80; 393610 Шаблон			0,282			1		0,4	1800	161			
O7	4. Точить канавки 11,12,13													
O8	392110 Канавочный резец ГОСТ 18885-73; 393610 Шаблон			0,1			0,5		0,1	1800	150			
O9	5. Нарезание резьбы													
10	392104 Резьбовой резец ГОСТ 18885-73; 393610 Шаблон ГОСТ			0,07	16	50			2	1	34			
11														
12														
13														
OK														
Операционная карта														

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционная карта

